

TUGAS AKHIR

NE 1701

**PERENCANAAN COMMON LINE
VENTING SYSTEM PADA KAPAL TANKER
BERBOBOT 17500 LT DWT**

RSSP
623.824 5
Bim
P-1
1999

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	28-6-2000
Terima Dari	H
No. Agenda Frp.	21-423

Oleh :

BONANG BIMANTYO

NRP. 4293.100.026

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1999**



**PERENCANAAN COMMON LINE VENTING SYSTEM
PADA KAPAL TANKER
BERBOBOT 17500 LT DWT**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing,



**Ir. Ketut Buda Artana, MSc.
NIP. 132 125 668**

**SURABAYA
Februari, 1999**

ABSTRAK

Salah satu sistem pencegahan kebakaran yang ada di kapal tanker adalah Venting System, yang terdiri dari dua jenis sistem ventilasi yaitu: Independent line venting system dan Common line venting system..

Dengan terdapatnya dua jenis sistem ventilasi ini maka diperlukan optimalisasi pemilihan dari kedua sistem ventilasi tersebut, yang akan dipergunakan di kapal tanker.

Dengan demikian penulis tertarik untuk mengetahui perancangan sistem ventilasi tersebut, khususnya common line venting system pada kapal tanker milik Pertamina yang berbobot 17500 LT DWT, yang kemudian hasilnya dipakai sebagai perbandingan dari segi teknis dan keselamatannya dengan independent line venting system, kemudian dihubungkan dengan segi ekonomis sehingga menghasilkan suatu desain sistem ventilasi yang efisien dan ekonomis.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan pada Allah SWT dimana berkat karunia dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang berjudul

PERENCANAAN COMMON LINE VENTING SYSTEM PADA KAPAL TANKER BERBOBOT 17500 LT DWT

Tugas Akhir ini dipakai sebagai syarat kelulusan tingkat sarjana strata satu jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari dalam tugas akhir ini masih banyak kekurangan-kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran dari berbagai pihak sangat kami harapkan. Akhir kata semoga buku Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan perkembangan teknologi.

Surabaya, Januari 1999

Penulis



UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan segenap kesungguhan dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih atas segala bimbingan, bantuan dan dukungan sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Ketut Buda Artana, M.Sc, selaku Dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak DR.Ir.A.A.Masroeri, MEng, selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.
3. Bapak Ir. Tjoek Soeprajitno, selaku Dosen Wali penulis.
4. Bapak Ir. Mardianto, selaku Pembimbing lapangan di PT.PAL Indonesia, Surabaya.
5. Seluruh staf dan karyawan tata usaha jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang banyak membantu dalam kelancaran administrasi.
6. Bapak, Ibu, Ni' dan Nuk tercinta yang selalu memberikan dorongan moril dan materiil sehingga Tugas Akhir ini bisa terselesaikan.
7. Warga "Semolowaru Elok AN-11", Alit, Oce, Rungkut, Blacky, Gusde yang telah menemani dalam penulisan Tugas Akhir ini.
8. Ani Sumardi, atas doanya sehingga Tugas Akhir ini bisa terselesaikan.
9. Warga "Sutorejo Selatan", Laksmi, Ari, Dwi, Sri dan Putu yang telah meminjamkan printernya.

10. Teman-teman di jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Dinar, Toni, Cecep, Ridha, Didik K, Kresno dan Teman-teman 'Angkatan 93' lainnya yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.

Akhirnya dengan kesungguhan hati penulis berharap agar Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan rahmat-Nya, serta membalas segala budi baik yang telah diberikan.

DAFTAR ISI

	Hal.
JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang.....	I-2
I.2 Tujuan Penulisan	I-3
I.3 Metode Penulisan.....	I-3
I.4 Metodologi Kerja	I-3
I.5 Batasan Masalah.....	I-4
 BAB II VENTING SYSTEM.....	 II-1
II.1 Pengenalan Umum	II-3
II.1.1 Independent line Venting System	II-5
II.1.1 Common Line venting System.....	II-6
II.2 Mengontrol Atmosfir dalam Tangki.....	II-8
II.3 Perencanaan Venting System	II-11
II.3.1 Lokasi dari cargo Tank Vents	II-12
II.3.2 High Velocity Vent	II-14
II.3.3 Tinggi dan Lokasi dari Vent pada Oil dan Chemical Tanker	II-15
II.3.4 Alternatif dari Penggunaan High Velocity Vent.....	II-17
II.3.5 Peralatan untuk mencegah Lewatnya Nyala Api	II-18
II.3.5.1 Flame Screens.....	II-19
II.3.5.2. Flame Arresters.....	II-20

II.3.5.3 High Velocity Vent.....	II-22
II.4 Peraturan-Peraturan mengenai Venting System.....	II-23
BAB III PERENCANAAN COMMON LINE VENTING SYSTEM.....	III-1
III.1 Umum.....	III-1
III.2 Perencanaan Common Line Venting System.....	III-5
BAB IV PELETAKAN DAN PERENCANAAN COMMON LINE VENTING SYSTEM	IV-1
IV.1 Perhitungan Pipa Ventilasi dengan Jenis muatan Gasoline	IV-1
IV.1.1 Perhitungan Pipa untuk slop tank, tangki muatan 5 dan tangki muatan 4 bagian sebelah kiri kapal (P).....	IV-1
IV.1.2 Perhitungan Pipa untuk tangki muatan 3, tangki muatan 2 dan tangki muatan 1 bagian sebelah kiri kapal (P).....	IV-5
IV.1.3 Perhitungan Pipa untuk slop tank, tangki muatan 5 dan tangki muatan 4 bagian sebelah kanan kapal (S).....	IV-7
IV 1.4 Perhitungan Pipa untuk tangki muatan 3, tangki muatan 2 dan tangki muatan 1 bagian sebelah kanan kapal (S) ...	IV-10
IV.2 Perhitungan Pipa Ventilasi dengan Jenis muatan Kerosene	IV-13
IV.2.1 Perhitungan Pipa untuk slop tank, tangki muatan 5 dan tangki muatan 4 bagian sebelah kanan kapal (S).....	IV-13
IV.2.2 Perhitungan Pipa untuk tangki muatan 3, tangki muatan 2 dan tangki muatan 1 bagian sebelah kanan kapal (S) ...	IV-16
IV.2.3 Perhitungan Pipa untuk slop tank, tangki muatan 5 dan tangki muatan 4 bagian sebelah kiri kapal (P).....	IV-19.
IV.2.4 Perhitungan Pipa untuk tangki muatan 3, tangki muatan 2 dan tangki muatan 1 bagian sebelah kiri kapal (P).....	IV-22
IV.3 Analisa penggunaan dua jenis muatan	IV-25
IV.4 Analisa perbandingan dua jenis sistem ventilasi pada kapal tanker	IV-26

BAB V KESIMPULAN

V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal.
2.1 Independent Line Venting System.....	II-5
2.2 Common Line Venting System.....	II-6
2.3 Diagram Komposisi Flammability Campuran Gas Hidrokarbon, Udara dan Inert gas	II-10
2.4 Kombinasi Inert Gas dan Venting System.....	II-13
2.5a High Velocity Vent.....	II-14
2.5b High Velocity Vent.....	II-14
2.6 Tinggi dan Lokasi High Velocity Vent.....	II-16
2.7 Vent Mast untuk Chemical Tanker.....	II-17
2.8a Crimped Ribbon Flame Arrester.....	II-20
2.8b Crimped Ribbon Flame Arrester.....	II-20
3.1 Common Line Venting System.....	III-1
3.2 Perencanaan Ventilasi tangki Muatan.....	III-6
3.3 Pressure/Vacuum dengan High Velocity Vent	III-7
3.4 Kondisi dalam Tangki.....	III-8
4.1 Tampak Samping Common Line Venting System	IV-2
4.2 Tampak Atas Common Line Venting System	IV-3

BAB I

PENDAHULUAN

Pada saat ini, kapal tanker merupakan alat transportasi yang paling dominan dalam hal pengangkutan minyak dari hasil pengeboran lepas pantai ke tempat pengolahan yang selanjutnya dibawa ke tempat pemasarannya.

Menurut jenis muatannya, kapal tanker dibedakan :

1. Product Oil Carrier :Kapal tanker yang digunakan untuk mengangkut produksi hasil minyak bumi.
2. Crude Oil carrier :Kapal tanker yang digunakan untuk mengangkut minyak mentah.
3. Gas Carrier :Kapal tanker yang digunakan untuk mengangkut produksi hasil minyak bumi dalam bentuk gas yang telah dicairkan.

Ada kalanya sebuah kapal tanker digunakan untuk mengangkut dua atau tiga jenis muatan, hal ini tergantung kebutuhan. Kapal tanker berbobot 17500 LT DWT ini digunakan untuk mengangkut satu jenis muatan, yaitu minyak mentah (*crude oil*) atau minyak bumi (*product oil*). Dari jenis muatannya kapal tanker adalah kapal yang berbahaya, karena sewaktu-waktu dapat terjadi kebakaran atau ledakan bila sistem pengamanan yang digunakan kurang baik.

I.1 Latar Belakang

Dalam dunia perkapalan, pengoperasian yang baik merupakan hasil perancangan yang baik pula. Begitu kompleksnya sistem di kapal, banyaknya persyaratan dan peraturan yang harus ditaati dalam perancangan dan pengoperasian sebuah kapal, dan gerakan dinamis yang dialami kapal di laut membuat kapal menjadi suatu alat transportasi bernilai sangat tinggi yang membutuhkan sistem operasional yang profesional dan sistem perawatan yang intensif, terutama memasuki abad teknologi canggih sekarang ini. Oleh sebab itu, dalam suatu sistem, dalam hal ini yang difokuskan adalah Venting system, khususnya Common line venting system, diperlukan keahlian dan pengalaman kerja yang banyak untuk perancangan suatu sistem yang baik sehingga sistem tersebut awet serta efisien dan menjamin keselamatan pelayaran.

Sistem ventilasi tangki muatan pada kapal tanker yang beroperasi dalam jangka waktu lama dilaut , dipergunakan dengan tujuan meningkatkan keselamatan kapal. Hal ini mengacu pada peraturan klasifikasi seperti Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dan peraturan SOLAS Chapter II-2 Regulation 59.1 untuk kapal tanker yang mensyaratkan bahwa kapal tanker harus dilengkapi dengan sistem ventilasi.

Yang melatar belakangi penulisan tugas akhir ini yaitu pengoptimalisasian sistem ventilasi tangki muatan yang ada pada kapal tanker dari segi teknis dan keamanannya, agar dapat menjamin keselamatan dan keamanan dari pelayaran kapal tanker tersebut.

1.2.Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan tugas akhir untuk mengetahui sistem ventilasi yang ada pada tangki muatan dalam kapal tanker yang terdiri dari dua jenis sistem ventilasi, yaitu jenis independent line venting system dan common line venting system.

Pembahasan utama tugas akhir ini adalah perancangan common line venting system yang hasilnya dipakai untuk perbandingan dari segi teknis dan keselamatannya dengan independent line common line venting system.

1.3.Metode Penulisan

Metode penulisan yang mendukung penulisan tugas akhir ini adalah:

- 1.Studi literatur melalui sumber-sumber di ruang baca FTK-ITS dan perpustakaan PT.PAL Indonesia.
- 2.Pengumpulan data-data maupun informasi tentang venting system dari PT.PAL Indonesia.
- 3.Konsultasi dengan pihak-pihak yang berkenaan dengan penulisan tugas akhir ini.
- 4.Penyusunan dilakukan setelah dikonsultasikan dengan dosen pembimbing.

1.4.Metodologi Kerja

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, metodologi kerja yang digunakan adalah:

- Pengumpulan data-data teknis yang diperlukan dalam penulisan tugas akhir ini dari kapal tanker berbobot 17500 LT DWT.
- Perencanaan tata letak sistem perpipaan dari common line venting system yang sesuai dengan peraturan yang berlaku.
- Perhitungan kondisi dalam tangki, untuk mendapatkan diameter pipa dan dimensi P/V valve.
- Perbandingan teknis antara independent line venting system dan common line venting system.
- Analisa dan gambar common line venting system.

1.5.Batasan Masalah

Mengingat tujuan yang telah dituliskan dan luasnya pembahasan mengenai venting system serta karena banyaknya aspek yang terlibat didalamnya maka perlu ada pembatasan masalah sebagai berikut:

- Data-data spesifikasi adalah data-data yang didapat dari kapal tanker berbobot 17500 LT DWT.
- Tidak membahas masalah ekonomis.
- Tidak membahas masalah stabilitas kapal.
- Menggunakan satu macam jenis muatan, crude oil atau product oil.

BAB II

VENTING SYSTEM

Kapal tanker adalah alat transportasi laut yang berfungsi menampung muatan minyak dalam tangki-tangkinya dan membawanya dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan waktu perjalanan bisa memakan waktu sehari-hari atau bahkan minggu dan bulan.

Yang menjadi sorotan utama dari kapal tanker ini adalah membawa jenis muatan yang berbahaya, yaitu muatan yang memiliki kandungan mudah terbakar (*flammability*) yang tinggi sehingga menjadikannya sebagai kapal yang rentan terhadap kebakaran dan ledakan. Personel kapal dan pelabuhan harus sangat memperhatikan bahaya yang selalu mengancam ini terutama pada saat bongkar muat (*cargo handling*) karena bagaikan bom waktu, akibat kecerobohan atau pengaruh lingkungan, dapat menimbulkan kebakaran atau ledakan sewaktu-waktu. Dengan demikian, keselamatan para kru kapal harus menjadi pusat perhatian yang utama dari pihak pembangun kapal dan pemilik kapal (*owner*) selain keselamatan kapal dan muatan dan lingkungannya, sehingga tingkat keselamatan kapal tersebut menjadi jaminan pelayaran yang aman dan ramah lingkungan. Perhatian secara serius harus dilakukan terhadap sifat alamiah dan karakteristik muatan, kondisi tangki, sistem perpipaan, sistem ventilasi, dan pengaruh cuaca/lingkungan.

Sehubungan dengan itu, perlu adanya sistem-sistem pendukung dalam kapal yang menjaga kapal dari kemungkinan kebakaran atau ledakan. Untuk

selanjutnya, sistem-sistem tersebut tentunya harus dioperasikan sebaik-baiknya karena jika tidak, akan menurunkan tingkat keselamatan kapal.

Keselamatan kapal tanker sebagai suatu hal yang menjadi pusat perhatian setiap saat bagi anak buah kapal dapat dipastikan karena kehidupan awak kapal adalah 'di atas' minyak yang notabene adalah sumber kebakaran. Begitu banyak kejadian kebakaran atau ledakan di kapal tanker yang mengakibatkan kerugian begitu besar baik secara finansial maupun korban jiwa.

Minyak merupakan senyawa hidrokarbon yang memiliki paduan kimia dari hidrogen dan karbon. Paduan ini memiliki titik didih berkisar mulai -260°F (-162°C), untuk gas methane, hingga lebih dari 752°F (400°C). Titik nyala api gasoline dan kebanyakan crude oil kira-kira di bawah temperatur normal atmosfer dan umumnya tidak diukur. Perubahan wujud senyawa hidrokarbon dari cair menjadi gas di dalam tangki muatan dimulai dari proses pemuatan minyak ke dalam tangki. Akibat tumpahan minyak ke dalam tangki yang deras dan cepat, terjadi turbulensi dan aliran yang hebat sehingga penguapan minyak menjadi gas hidrokarbon menjadi cepat. Selama di dalam tangki, perubahan wujud ini dipengaruhi oleh temperatur ruang, tekanan, dan gerakan kapal itu sendiri yang menimbulkan turbulensi dan ombak lanjutan.

Terjadinya kebakaran, secara umum, adalah karena kombinasi bahan yang akan terbakar (contoh kasus di sini: minyak), udara, dan sumber timbulnya kebakaran. Mereka ini disebut sebagai segitiga api. Substansi yang mudah terbakar atau meledak, beberapa di antaranya bila kita panaskan, akan menimbulkan penguapan (seperti minyak ini), yang akan terbakar jika dinyalakan

atau terkena api atau percikan dengan komposisi oksigen yang tepat (seperti yang berada di udara sekitar kita ini). Kebakaran dapat dikontrol dan dipadamkan bila salah satu unsur pembentuk segitiga api ini ditiadakan atau diminimalkan.

Berdasarkan hal inilah maka perlu adanya pencegahan kebakaran (*fire prevention*) yang akan menjadi harapan pertama agar tidak terjadi kebakaran atau ledakan. Venting System merupakan salah satu pencegah kebakaran (*fire prevention*) selain peraturan-peraturan ketat bagi awak kapal untuk bertindak hati-hati dalam setiap kegiatan di kapal dan sistem pemadam kebakaran (*fire extinguishing*) lainnya. Venting system menjadi syarat penting di jaman sekarang ini apalagi setelah perkembangan jaman yang semakin maju dan kondisi dunia yang semakin rusak. Dengan dibangunnya kapal tanker yang semakin besar, semakin banyaknya pengeboran lepas pantai, semakin rusaknya bumi ini akibat pengrusakan dan pencemaran, maka venting system ini diharapkan dapat menjadi salah satu pengerem pengrusakan alam dari segi kebakaran atau ledakan di laut yang bisa mengakibatkan kehancuran biota laut dan pencemaran minyak yang juga dapat merusak biota laut.

Dengan pertimbangan keselamatan lingkungan dan keselamatan di kapal inilah maka venting system dimasukkan menjadi aturan perlu bagi setiap kapal tanker dengan ukuran tertentu berdasar peraturan internasional.

II.1. Pengenalan Umum

Ketika mengalami panas, minyak tidak hanya berekspansi tetapi juga mengeluarkan uap dan terbuang lewat ventilasi pada tangki muatan, hal ini akan

dapat diperhitungkan apabila ventilasi alamiah dipertimbangkan segi keselamatannya.

Pada sisi lain, bila tangki muatan pada kapal tanker mengalami kenaikan temperatur, secara bertahap tangki muatan akan terus mengeluarkan uap sampai uap mengalami tekanan cair pada permukaan tangki muatan dan pada belakang plat serta bagian lain dari tangki muatan. Bila selanjutnya temperatur mengalami kenaikan, biasanya tekanan akan dibebaskan dengan sendirinya melalui pressure valve.

Sistem ventilasi tangki minyak mempunyai tiga tujuan yaitu;

1. Mengeluarkan tekanan berlebih dan uap dari minyak keluar tangki muatan.
2. Pembuangan yang aman dari uap yang berbahaya ini keluar atmosfir.
3. Memasukkan udara untuk menggantikan volume udara, uap minyak dan gas lainnya yang keluar tangki muatan, yang disebabkan oleh kontraksi cairan minyak dalam tangki muatan.¹

Venting system adalah suatu sistem yang dapat mengeluarkan udara, inert gas dan gas lainnya atau kombinasi ketiganya dari dalam tangki muatan crude oil, product oil, chemical oil dan liquified gas carrier serta termasuk proses *purging* dan *gas freeing*. Juga pemasukan udara, inert gas dan gas lainnya dibawah kondisi vakum. Yang tidak termasuk venting system adalah sistem ventilasi yang dipasang untuk ventilasi ballast pump room dan ruangan lain dikapal yang memerlukan sistem ventilasi.

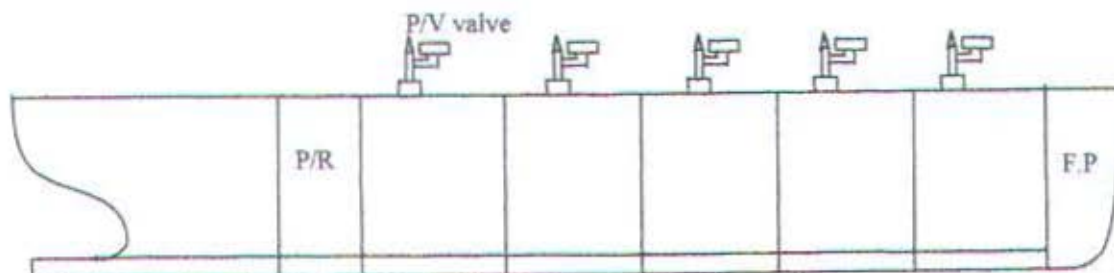
¹ Captain C. Baptist 'Tanker Handbook for Deck Officer' 1975 brown son & ferguson ,Ltd. Page 41.

Pada saat ini kapal Tanker mempunyai sistem ventilasi yang terdiri dari dua tipe yang berbeda, yaitu Independent line venting system dan Common line venting system.

II.1.1.Independent line venting system

Pada Independent line venting system yang telah terpasang pada berbagai tipe kapal tanker ini, terdiri dari pipa yang dipasang pada tiap tangki muatannya dan umumnya diletakkan di atas tangki muatan. Ditengah tengah pipa ventilasi, suatu pegas akan mengangkat pressure valve bila tekanan dalam tangki muatan berlebih dan menutup kembali dengan tiba-tiba bila tekanan dalam tangki muatan turun dibawah yang akan diperkirakan. Tipe pressure valve bervariasi dan hampir sama dengan bentuk – bentuk katup yang lain, difungsikan untuk melewatkan udara mengalir menuju tangki muatan, apabila terjadi kevakuman yang disebabkan oleh kontraksi cairan yang terjadi dalam tangki muatan.²

Secara umum tipe independent line adalah penggunaan P/V valve untuk ventilasi tangki muatan, tiap satu tangki muatan menggunakan satu P/V valve, yang diletakkan diatas dek tangki muatan.



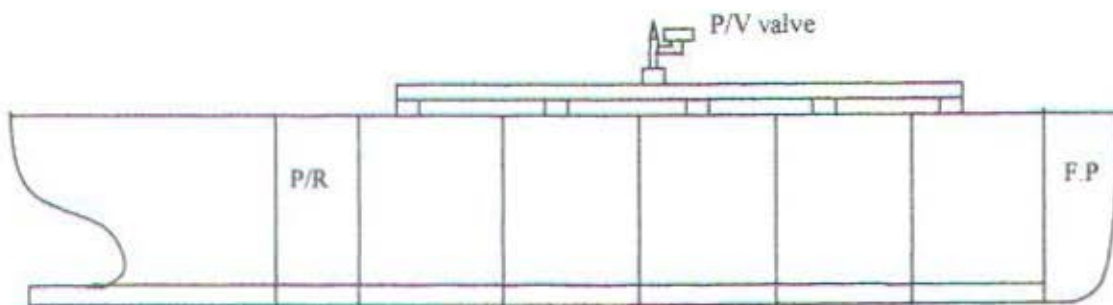
Gambar 2.1.Independent line venting system

² Ibid ..page 41

II.1.2.Common line venting system

Tipe sistem ventilasi ini memiliki pipa atau aliran gas yang bertugas untuk keseluruhan tangki muatan. Aliran gas ini bermuara pada aliran yang lebih besar yang menjalar menuju geladak utama kargo, catwalk penunjang atau jembatan layang sebagai penopang. pada dasar tiang, P/V valve dipasang untuk mengontrol keluarnya gas dan aliran udara, tiap-tiap tangki mempunyai ordinary sluice valve yang dengan secara manual dapat ditutup untuk mengisolasi tiap tangki.³

Secara umum tipe common line venting system adalah sistem ventilasi tangki muatan yang menggunakan satu P/V valve untuk keseluruhan tangki muatan, atau apabila dimensi dari P/V valve terlalu besar, dapat menggunakan satu P/V valve untuk setengah bagian tangki muatan (bagian sebelah kiri atau kanan kapal).



Gambar 2.2.Common line venting system

Venting System dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang dapat mempertahankan kadar O_2 dalam persentasi yang rendah sehingga akan mencegah terjadinya kebakaran atau peledakan tangki-tangki dengan muatan yang mengandung senyawa hidrokarbon.

³ Ibid ...page 42

Hal pemanfaatan Venting System sebagai *fire protection* ini, berdasarkan peraturan SOLAS Chapter II-2 Regulation 59.1 mensyaratkan penggunaan Venting System pada kapal tanker, terutama pada kapal-kapal dibawah 20.000 DWT. Juga peraturan international mengenai keselamatan kerja dan lingkungan hidup di laut seperti Marpol 1973, terutama untuk kapal tanker yang mengangkut crude oil.

Kapal crude oil tanker yang menjadi bahan analisa dalam penulisan tugas akhir ini adalah kapal tanker berbobot 17500 LT DWT bermuatan crude oil/black product milik PERTAMINA yang sedang dalam tahap pengerjaan di PT.PAL Indonesia Surabaya dan termasuk sebagai kapal tanker yang harus memiliki Venting System di dalamnya karena ukurannya yang dibawah 20000 DWT.

Adapun spesifikasi teknis kapal tanker 17500 LT DWT adalah sebagai berikut:

- **Particulars of Ship**

LOA	160 m
LPP	154 m
Breadth (MLD)	26,8 m
Depth (MLD)	11,5 m
Design draft	7,0 m
Scantling Draft	7,5 m
Service speed	13 knots
Deadweight	17.780 metric tons

Cargo tank capacity (including slop tank)	24,142 m ³
--	-----------------------

- **Particulars of Pumps**

Cargo Oil Pump (COP)	Horizontal centrifugal 600 m ³ /h x 3 sets motor 300 KW
Pump room position	In front of machinery space
Length of pump room	7 meter.

II.2. Mengontrol Atmosfer Dalam Tangki

Kapal tanker yang bermuatan crude oil selalu mengontrol dan memelihara atmosfer *crude oil tank* (COT) dalam kondisi tidak mudah terbakar (*non flammable*) setiap saat dengan menggunakan Venting System atau Inert Gas System.

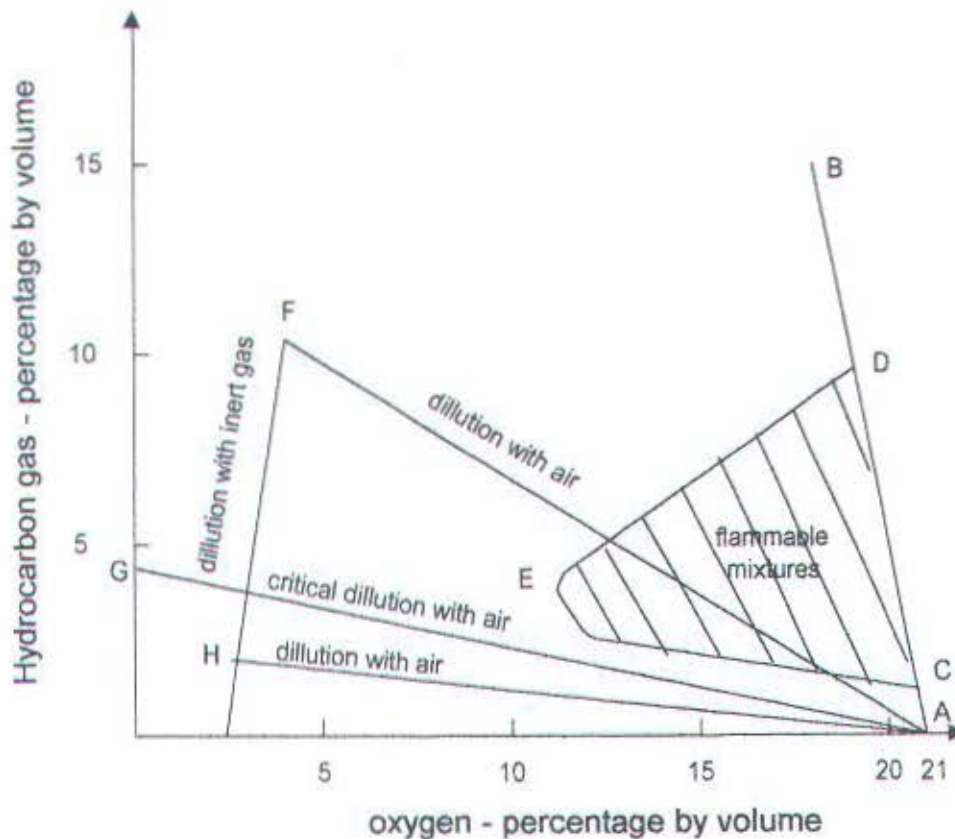
Ini berarti kondisi inert harus dijaga setiap saat pada kadar oxygen maksimal 8% dari volume dan tekanan positif. Kecuali jika ada pekerjaan khusus yang membutuhkan *gas freeing*, misalnya ada inspeksi oleh pekerja. Sementara kandungan oksigen adalah tidak lebih dari 5% dari volume dalam aliran gas yang mengalir menuju COT.

Atmosfir dalam tangki dibuat pada kondisi transisi dari kondisi padat untuk kondisi *gas-free* tanpa melalui kondisi mudah terbakar (*flammable condition*). Dalam prakteknya ini berarti bahwa sebelum tangki di *gas-free*, ia

akan disingkirkan oleh aliran gas sampai kadar gas hydrocarbon di atmosfer tangki muatan di bawah garis mencairkan (*critical dilution line*) pada garis GA dalam gambar 2.3.

Batas mudah terbakarnya (*flammable*) gas hydrocarbon berbeda-beda tergantung pada kualitas petroleum pada kapal tanker yang memuat crude oil, ditetapkan lower flammable limit (LFL) adalah 1 % by volume dan upper flammable limit (UFL) adalah 10 % dari volume. Diidentifikasi sebagai titik C dan D pada garis AB (gambar 2.3).

Titik lain dalam diagram menggambarkan campuran gas hydrocarbon udara dan aliran gas khususnya di sini yang perlu diperhatikan adalah kadar oxygen dan gas hydrocarbon. Titik di sebelah kiri garis AB menggambarkan campuran dengan kadar oxygen yang dikurangi dengan cara penambahan aliran gas. Jika aliran gas ditambahkan pada gas hydrocarbon dan udara maka range flammable akan berkurang sampai pada satu titik E bertepatan pada LFL dan UFL. Di sini oxygen berada pada 11 %, gas hydrocarbon atau campuran udara tidak dapat terbakar lagi. Kadar oxygen untuk tujuan praktisnya ditetapkan maksimum 8 % dari volume dan di dalam aliran gas tidak lebih dari 5 % (International Convention for Safety of Life at Sea (SOLAS-1974)).



**Gambar 2.3. Diagram Komposisi Flammability Campuran
Gas Hidrokarbon, Udara, dan Inert Gas⁴**

Jika udara yang terdapat dalam campuran inert (F) komposisi bergerak sepanjang garis FA akan dapat terbakar karena masuk dalam area campuran flammable. Ini berarti semua campuran yang berada di atas garis GA akan masuk dalam area flammable. Sebagai contoh adalah selama operasi *gas-free* sehingga sebaliknya komposisi yang aman yaitu di bawah garis AH.

Sewaktu kapal dalam kondisi *gas-free* sebelum sampai di pelabuhan untuk memuat, maka harus diinertkan atmosfirnya terlebih dahulu.

⁴ Mohd.Ridwan 'Inert Gas System', Laporan kerja praktek di PT.MAXUS, 1996 hal 14

Pencegahan kebakaran atau peledakan tangki muatan tanker dengan venting system atau sistem inert gas dicapai pada kondisi inert. Kondisi inert artinya kondisi di mana campuran gas secara keseluruhan tidak menimbulkan reaksi. Ini diperoleh dengan mempertahankan kadar oxygen dalam gas-gas hydrocarbon pada atmosfir tangki muatan kurang dari 8 % by volume.⁵

II.3.Perencanaan Venting System

Perencanaan venting system untuk tangki muatan harus memenuhi :

1. Pelepasan pressure/vacuum pada volume kecil dari uap / campuran udara selama pelayaran normal.
2. Ventilasi dalam jumlah besar dari uap / campuran udara selama bongkar muat (*cargo handling*) dan pengoperasian *gas freeing*.

Jika pipa vent dari tiap tangki muatan dipasang pada pipa utama (*common line*), tindakan pencegahan harus dilakukan untuk mengisolasi tiap tangki dari pipa utama, dimaksudkan untuk mencegah semua tangki muatan kelebihan tekanan atau vakum selama operasi bongkar muat (*cargo handling*) dan *ballast*. Pressure/vacuum valve harus di set pada tekanan positive tidak lebih dari 0.02 N/mm² (0.2 Kgf/cm²) diatas tekanan atmosfir dan tidak lebih dari 0.007 N/mm² (0.07 kgf/cm²) dibawah tekanan atmosfir.⁶

⁵ Ibid... hal 14

⁶ J.Crawford, C.Eng.,F.I.Mar.E. 'Marine and Offshore Pumping and Piping System' page 53.

II.3.1.Lokasi dari Cargo Tank Vents

Pada kapal tanker yang sedang berlayar menunjukkan banyaknya gas yang keluar, dipengaruhi oleh kecepatan kapal pada kondisi angin yang bervariasi dan bagaimana gas ini dapat terjebak di berbagai tempat disekitar dek, sehingga rawan terhadap bahaya kebakaran, beberapa hal tersebut dalam kondisi normal dapat dipertimbangkan untuk keamanan, sehingga tinggi dan lokasi dari P/V valve harus diperhatikan.

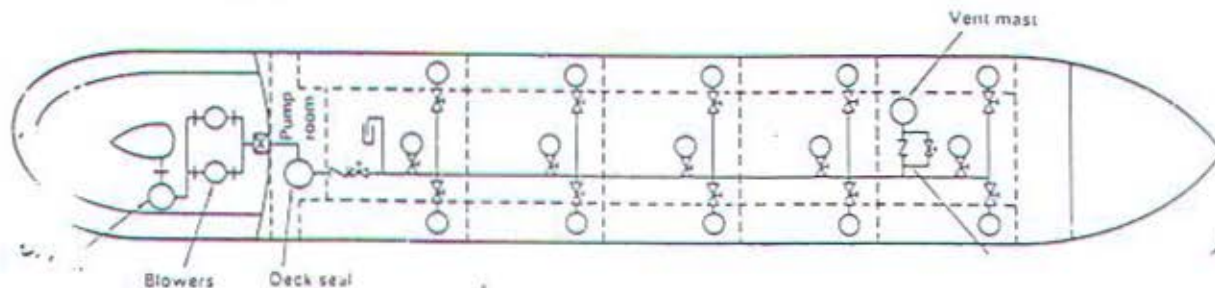
Pressure/vacuum valve diletakkan tidak boleh kurang dari 1.8 m diatas geladak. Bukaan vent untuk aliran bebas dari uap / campuran udara tidak boleh kurang dari 4 m diatas geladak cuaca, atau 4 m dari dalam fore dan after gangway dan harus berjarak tidak kurang dari 10 m secara horisontal dari pemasukan/pengeluaran udara ke akomodasi yang terdekat, atau dari daerah kerja atau sumber dari kebakaran.

Pipa vents yang dilengkapi dengan keluaran untuk kecepatan tinggi (*high velocity head*) yang akan direncanakan untuk keluaran uap dan campuran udara, kecepatannya tidak boleh kurang dari 30 m/s, tinggi dari keluaran *high velocity head* tidak boleh kurang dari 1.8 m diatas geladak.⁷

Gambar 2.4 memperlihatkan tipe venting sistem pada kapal crude oil tanker dimana pipa utama dan cabang inert gas sistem dipasang dengan common venting sistem untuk setiap tangki muatan. Ini umumnya dipakai pada crude oil

⁷ Ibid...page 53

carriers dan sesuai dengan gambar, pernafasan untuk semua tangki hanya melalui satu P/V valve.



Gambar 2.4 kombinasi inert gas dan venting system⁸

Jika pada saat bongkar muat menunjukkan banyaknya gas yang harus keluar 10000 m³/h, satu P/V valve sepertinya terlalu kecil untuk menghindari kelebihan tekanan pada tangki muatan. Oleh karena itu pada saat pengisian (*loading*) hanya by pass valve yang berdekatan dengan mast riser yang ikut dibuka.

Pada paragraf 5,15,7,5.15 (*LR, inert gas rules*) dapat kita lihat dimana "common inert gas atau venting system harus dipasang stop valve atau peralatan kontrol lainnya untuk mengisolasi tiap tangki muatan". Pernyataan yang sama juga terdapat pada paragraf 5,15.4.2.3. (*LR, venting rules*) yaitu, "jika stop valve atau sejenis dipasang, perencanaan penguncian (*locking*) harus dilengkapi".

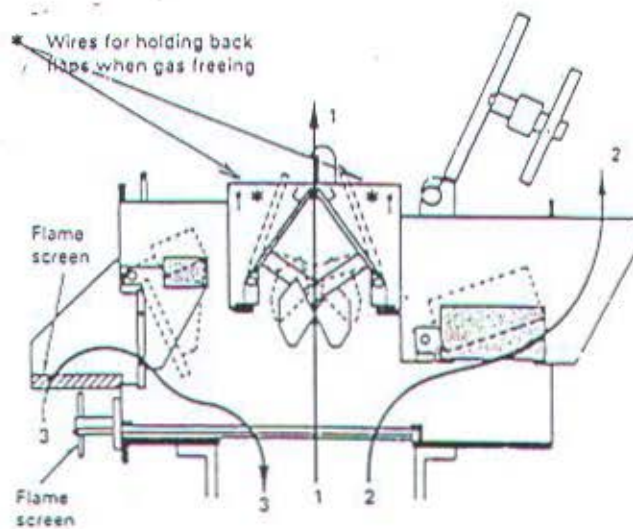
Pada gambar 2.4, dapat dilihat tinggi dari bukaan untuk keluaran gas pada saat pengisian (*loading*), yaitu tinggi bukaan yang dilengkapi dengan by-pass valve adalah 6 m diatas dek tangki muatan, atau 6 m diatas fore dan after gangway pada kapal tanker, jika dipasang 4 m didalam gangway dan bukaan didisain agar uap dapat keluar langsung secara vertikal. Bukaan ini harus

⁸ B.W.Oxford,C.Eng. 'Inert gas and venting system' Lloyd's register of shipping, page 26.

dilengkapi dengan peralatan untuk mencegah lewatnya nyala api menuju tangki muatan, yaitu flame screen dan flame arrester.

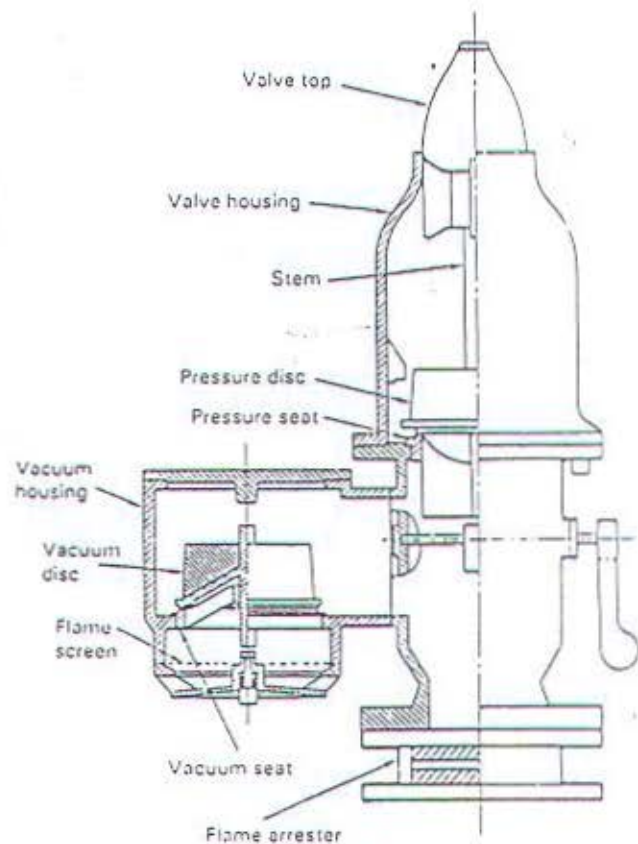
II.3.2.High Velocity Vent

Sistem ventilasi dengan kecepatan tinggi (*High Velocity Vent*) didisain hanya akan terbuka apabila tekanan dalam tangki muatan berlebihan. Katup terbuka apabila kecepatan gas yang keluar lebih dari 30 m/s dan katup akan tertutup apabila kecepatan gas dalam tangki muatan kurang dari 30 m/s.



- Operation under different conditions
1. High velocity venting during loading or ballasting
 2. Pressure valve breathing
 3. Vacuum valve breathing

Gambar 2.5 a High Velocity Vent



Gambar 2.5 b High Velocity Vent⁹

⁹ Ibid...page 27

Ada beberapa jenis High velocity vents, sebagai contoh dua tipe yang sering dipakai dapat dilihat pada gambar diatas. Tipe ini dipilih untuk menunjukkan perbedaan katup-katup yang digunakan untuk tujuan yang sama dan untuk memenuhi pelayanan (*service*) pada kondisi yang sama. Tujuan dari paragraf ini juga untuk menunjukkan pemasangan flame screen dan flame arrester yang diletakkan pada sisi P/V valve.

High velocity vent yang diperlihatkan diatas adalah tipe yang telah disetujui oleh klasifikasi, dan katup harus diuji agar katup hanya akan terbuka apabila kecepatan gas yang keluar lebih dari 30 m/s.

Tipe (a) ketika beroperasi pada saat pengisian (*loading*), tutup atau cover harus terbuka kemudian tutup kembali apabila kecepatan gas dalam tangki muatan melebihi 30 m/s dan kurang dari itu. Tipe ini memperlihatkan pressure valve dan vacuum valve digabungkan menjadi satu unit, vacuum valve memiliki flame screen pada sisi pemasukan udara.

Tipe (b) dapat beroperasi kapan saja, dimana kondisi tekanan dalam tangki muatan berlebihan dan pada bagian vacuum dari P/V valve dipasang flame screen atau flame arrester.

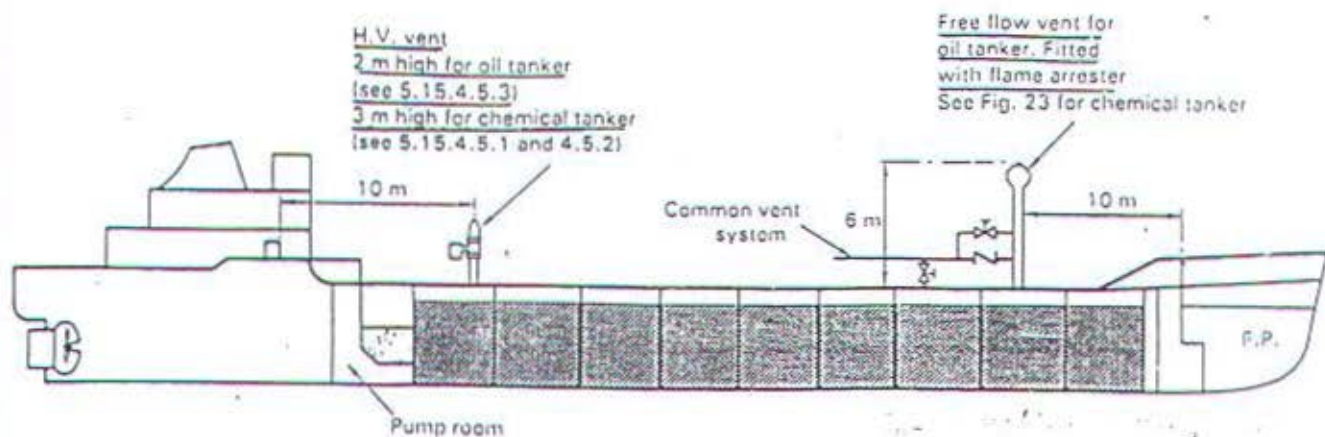
II.3.3.Tinggi dan Lokasi dari Vent pada Oil dan Chemical Tanker

International Safety Guide for Oil Tanker and Terminal (ISGOTT) melakukan percobaan pada kapal tanker yang sedang berlayar, yang menunjukkan banyaknya gas yang keluar, dipengaruhi oleh kecepatan kapal pada kondisi angin yang bervariasi dan bagaimana gas ini dapat terjebak di berbagai tempat disekitar

dek, sehingga rawan terhadap bahaya kebakaran, beberapa hal tersebut dalam kondisi normal dapat dipertimbangkan untuk keamanan. Percobaan ini dapat memperlihatkan pertimbangan dari tinggi dan lokasi pengeluaran (*outlet*) vent dari mast riser dan high velocity vent.

Pada paragraf 5.15.4.5.3 (*LR, venting rules*), tinggi dari vent yang dipasang dengan high velocity vent dan P/V valve yang digunakan untuk pernafasan atau ventilasi tangki muatan hanya dapat diletakkan jaraknya sampai 2 m diatas dek, atau 2 m diatas fore dan after gangway apabila diletakkan 4 m didalam gangway, tetapi P/V valve yang terpisah dengan high velocity vent harus diletakkan sedekat mungkin dari gangway tetapi tidak diletakkan dibawahnya.

Untuk vents dan high velocity vent, jarak antara pengeluaran (*outlet*) dan bukaan terdekat ke ruang akomodasi dan daerah kerja tertutup, atau sumber dari kebakaran, jaraknya tidak lebih dari 10 m.

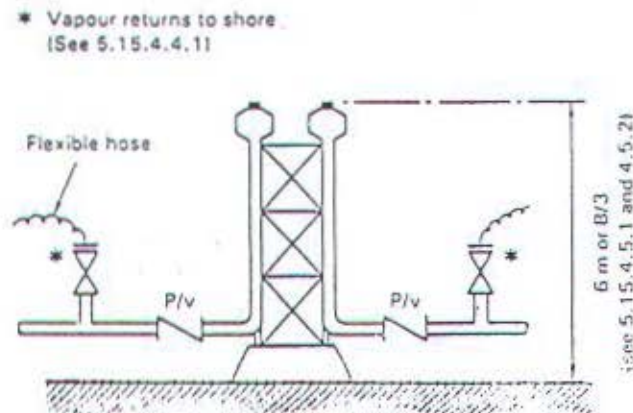


Gambar 2.6 Tinggi dan lokasi High Velocity Vent¹⁰

Gambar 2.6 memperlihatkan tinggi dan jarak horisontal dari penggunaan single free flow dan high velocity vent pada oil dan chemical tanker. Pada

¹⁰ Ibid... page 28

chemical tanker single free flow vents harus dipasang pada tiap tangki muatan dan harus digabungkan dalam satu tiang. (gambar 2.7)



Gambar 2.7 Vent mast untuk chemical tanker¹¹

Paragraf 5,15,4.5.2 (*LR, venting rules*), dikatakan bahwa tinggi 6 m dapat ditambah sampai lebar (*Breadth*)/3 (*B/3*) dari kapal dan jarak horisontal dari 10 m dapat ditambah sampai 15 m apabila membawa muatan kimia tetapi tinggi 3 m dari high velocity vent tidak dapat dirubah.

II.3.4. Alternatif Dari Penggunaan High Velocity Venting

Sebelum menyimpulkan aspek dari venting ini, Perhatian seharusnya dibuat dengan mempertimbangan penggunaan high velocity vent untuk dua tujuan lain yaitu :

1. Menyediakan kapasitas pembuangan udara dan gas lainnya yang cukup tinggi, menurut paragraf 5,15,7.6.3 (*LR, inert gas rules*) penggunaan dua atau lebih

¹¹ Ibid ...page 28

high velocity vent pada inert gas system, terutama untuk menggantikan P/V Breaker, merupakan hal yang tidak praktis karena harus sering dilakukan pengecekan untuk meyakinkan satu atau lainnya tetap beroperasi walaupun terdapat kotoran yang disebabkan deposit hidrokarbon.

2. Penggunaan single high velocity vent pada inert gas atau vent utama harus dipasang katup isolasi yang diletakkan dibawahnya. Tujuan utama dari penggunaan katup isolasi ini adalah agar secara cepat dapat membebaskan berbagai tekanan dalam tangki muatan, sehingga berbagai operasi manual yang diperlukan seperti sounding dan pengambilan sampling tangki melalui bukaan dapat dikerjakan. Katup isoalsi ini dipasang untuk terbuka hanya pada tekanan operasi yang sangat rendah, katakanlah 170 mm H₂O.

II.3.5.Peralatan Untuk Mencegah Lewatnya Nyala Api.

Berdasarkan SOLAS Regulation II-2, 59.1,5 amandement 1981 yang menyatakan "Venting system harus dilengkapi dengan peralatan untuk mencegah lewatnya nyala api menuju tangki muatan. Perancangan, lokasi dan pengujian peralatan ini harus memenuhi persyaratan yang diumumkan klasifikasi atau paling tidak memenuhi standar yang dipakai oleh organisasi"

Peralatan untuk mencegah lewatnya api menuju tangki muatan berdasarkan definisi diatas antara lain adalah :

- *Flame screen* adalah peralatan yang menggunakan kawat jala (*mesh*) untuk menghindari lewatnya nyala api yang tak terbatas.

- *Flame arrester* atau penahan ledakan adalah peralatan yang kebanyakan digunakan pada bidang kelautan.
- *High Velocity Vents*, yang terdiri dari katup mekanis yang mengatur bukaan untuk aliran, dengan cara kecepatan gas yang keluar tidak kurang dari 30 m/s.

II.3.5.1.Flame Screens

Pengertian dari flame screen dapat ditemukan pada Coast guard, Department of transportation, code of federal Regulation 46, parts 30 – 40 paragraph 30.10-25 yang menyatakan :

“ Flame screen berarti memasang satu layar (*screen*) yang dipasang kawat tahan korosi 30x30 jala (*mesh*) atau memasang dua layar, kedua layar tersebut dipasang kawat tahan korosi minimal 20x20 jala (*mesh*), jaraknya tidak lebih dari ½ inci atau jarak yang sama setiap penambahan satu layar.”

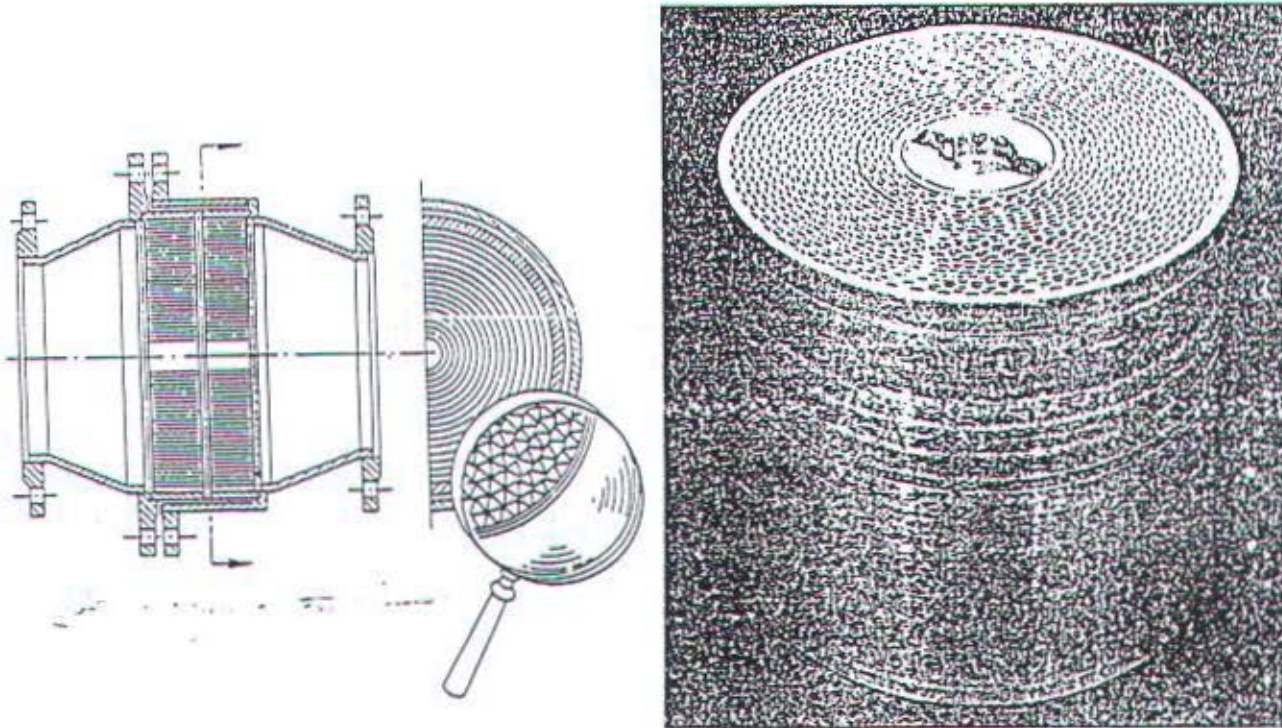
Hal terpenting yang belum disebutkan diatas adalah diameter dari kawat, sebab jika diameter kawat terlalu besar, gap akan terisi oleh plat padat (*solid plate*) sehingga kontruksi semakin berat. Diameter untuk 30x30 jala (*mesh*) adalah 0.012 inci (0.3 mm) dan untuk 20x20 jala (*mesh*) adalah 0.016 inci (0.4 mm).

Flame screen hanya boleh dipasang pada:

- Sisi vakum pada P/V valve
- Pada inlet dalam tangki muatan yang digunakan untuk gas freeing.

II.3.5.2.Flame Arresters

Ada beberapa jenis tipe dari flame arresters yaitu crimped flame arresters, Parallel ribbon arresters, parallel plate arresters, pebble arresters, hydraulic arresters, wire packed arresters, packed tower arresters dan sintered arresters. Tiap tipe memiliki karakteristik tersendiri dan tidak seluruhnya cocok untuk pelayanan (*service*) yang sama. Sebagai contoh Packed tower dan pebble arrester adalah berat; parallel plate arrester adalah berat dan mahal serta seluruh tipe ini umumnya digunakan pada pembuangan (*exhaust*) mesin diesel pada truk yang beroperasi dalam daerah yang berbahaya.



Gambar 2.8 (a) dan (b). Crimped ribbon flame arrester¹²

¹² Ibid... page 29

Sejak crimped metal arrester sering dipasang pada kapal tanker, tipe ini yang akan dijelaskan secara detail. Crimped metal arrester dibuat dengan dengan merentangkan crimped metal ribbon dan kemudian memberi angin diseputar kedua pusat inti seperti terlihat pada gambar 2.8 (a) dan (b), untuk membentuk silinder yang terbuat dari ratusan bukaan berbentuk segitiga, diatas silinder yang panjangnya bervariasi berkisar antara 10 mm sampai 100 mm atau lebih.

Secara umum terdapat tiga syarat penting untuk arrester (penahan) untuk menghindari lewatnya nyala api, yaitu:

1. Harus dapat menghentikan dan memadamkan api yang bergerak dari depan, sebagai contoh adalah dari awan uap yang telah terbakar pada dek kapal tanker dan bergerak menuju bukaan vent dari tangki muatan, sumber dimana gas membentuk jaringan.
2. Harus dapat menahan nyala api yang tetap, dari sebelum bercampurnya gas di luar flame arrester untuk 30 menit atau lebih, tergantung dari kebutuhan persyaratan pengujian, tanpa nyala api melewati penahan dan membakar isi tangki.
3. Kemampuan untuk menghentikan gelombang ledakan.

Peraturan peraturan mengenai flame arrester.

Dapat dilihat pada BKI volume III, 1988 section 15 (special rules for tankers), B (general rulea for tankers). 6 (flame arrestors).

- 6.1. Flame arrester harus dibuat dari baja yang tahan terhadap jenis muatan dan air laut. Elemen flame arrester didisain apabila tidak dapat terbuka atau tidak dapat bekerja pada kondisi service, harus segera diganti.

- 6.2. Flame arrester harus dijaga dari kerusakan yang diakibatkan oleh masuknya air dan air hujan.
- 6.3. Flame arrester harus diketahui oleh peraturan atau klasifikasi.
- 6.4. High velocity vent untuk keluaran campuran gas tidak boleh kurang dari 30m/s, yang sering digunakan pada kapal tanker harus dilengkapi dengan flame arrester yang telah disetujui oleh klasifikasi.
- 6.5. High velocity vent harus menggunakan tutup yang dikontrol pada pressure/vakum valve.

II.3.5.3.High Velocity Vent

Aksi, tinggi dan lokasi dari high velocity vent telah didiskusikan sebelumnya, tetapi apabila kita membaca Maritime Safety Committee (MSC-Circular 373), paragraph 2.2.11 yang menyatakan bahwa “ Harus dilengkapi dengan alat untuk menguji apakah katup dapat diangkat dengan mudah tanpa tertinggal dalam posisi terbuka”. Ini berarti jika high velocity vent dalam posisi terbuka, maka bukaan yang terbaik adalah bukaan yang dapat mencegah terjadinya nyala api (*flashback*), karena flashback dapat terjadi dengan keberadaan atmosfer yang mudah terbakar dan sumber kebakaran.

Pada paragraf 2.2.12 MSC/CIRC.373 menyatakan bahwa ‘high velocity vent tidak dipasang dengan flame screen dan flame arrester’, tetapi walaubagaimanapun kedua tipe high velocity vent yang sering digunakan seperti yang telah kita bahas terdahulu, terpasang peralatan tersebut. Tidak ada perhatian khusus dalam peletakkan flame screen dan flame arrester dalam proses pengujian high velocity vent yang sesuai dari paragraf 3.3 MSC/CIRC.373.

II.4. Peraturan-peraturan Mengenai Venting System

Peraturan-peraturan ini berdasarkan Llyod's register rules, part 5 chapter 15 section 4 mengenai *cargo tank venting, purging* dan *gas freeing*

5.15.4.1. Cargo tank venting.

5.15.4.1.1. Sistem ventilasi tangki muatan pada kapal tanker secara keseluruhannya berbeda dari pipa udara bagian lain di kapal. Pengaturan atau penempatan bukaan pada dek tangki muatan (dimana emisi dari uap mudah terbakar dapat terjadi) dilakukan untuk meminimalkan kemungkinan dari uap yang mudah terbakar atau terkumpul disekitar permesinan dan peralatan yang dapat menimbulkan bahaya kebakaran.

5.15.4.1.2. Perencanaan venting system dirancang dan dioperasikan untuk meyakinkan bahwa tidak ada tekanan atau vakum dalam tangki muatan beroperasi melewati parameter perancangan dan disediakan untuk :

- (1). Mengalirnya sebagian kecil volume uap, udara atau campuran gas inert yang disebabkan variasi suhu dalam tangki muatan.
- (2). Tempat atau jalannya aliran uap dalam volume besar, udara atau campuran gas inert selama *loading* dan *unloading*.

5.15.4.1.8. Keluaran/bukaan untuk pelepasan tekanan yang diperlukan pada (1) adalah:

1. Mempunyai ketinggian praktis diatas dek tangki muatan untuk mendapatkan pembuangan yang maksimum dari uap yang mudah terbakar tetapi dalam hal ini tidak boleh lebih dari 2 meter diatas dek tangki muatan.

2. Direncanakan pada jarak terjauh tetapi tidak boleh kurang dari 5 meter dari pengambilan udara terdekat dan bukaan untuk menutup ruang yang mengandung sumber kebakaran dan dari permesinan geladak dan peralatan yang dapat menimbulkan bahaya kebakaran.

5.15.4.1.9. P/V valve yang dibutuhkan pada (1) harus dilengkapi dengan perencanaan by-pass ketika diletakkan pada saluran vent atau masthead riser. Dimana perencanaan ini dilengkapi dengan indikator yang sesuai untuk menunjukkan apakah by-pass itu terbuka atau tertutup.

5.15.4.1.10. Keluaran/bukaan vent untuk *cargo loading, discharging* dan *ballasting* yang diperlukan pada (2) adalah:

- ✦ Mengijinkan buangan campuran uap yang dihambat untuk mendapatkan kecepatan lebih kurang dari 30 m/dt.
- ✦ Diatur sedemikian rupa hingga campuran uap tersebut dibuang vertikal keatas.
- ✦ Dimana metode yang digunakan adalah aliran bebas campuran uap, dalam hal ini keluaran (*outlet*) tidak lebih dari 6 m diatas dek tangki muatan atau 6 m dari fore and after gangway bila ditempatkan 4 m dari gangway dan diletakkan tidak lebih 10 m dihitung secara horisontal, dari pengambilan udara dan bukaan untuk menutupi ruangan yang menjadi sumber kebakaran dan dari permesinan geladak dan peralatan yang mungkin menyebabkan kebakaran.
- ✦ Dimana metode yang digunakan high velocity discharge, ditempatkan tingginya tidak lebih dari 2 m diatas dek tangki muatan dan tidak lebih 10 m dihitung secara horisontal dari pengambilan udara dan bukaan untuk menutupi ruangan yang menjadi sumber kebakaran dan dari permesinan geladak dan

peralatan yang mungkin menyebabkan kebakaran. Outlet ini dilengkapi dengan peralatan high velocity dengan tipe yang telah disetujui.

- Harus direncanakan dasar dari perencanaan maksimum design loading rate dengan mengalikan loading rate dengan factor perputaran gas (1.25) untuk mencegah tekanan dalam tiap-tiap tangki melebihi tekanan design.

5.15.4.1.11. P/V valve diatur pada tekanan positif tidak lebih dari 0.2 bar (Kgf/cm^2) diatas atmosfir dan tekanan negatif tidak lebih dari 0.07 bar (kgf/cm^2) dibawah atmosfir. Tekanan positif yang lebih tinggi diijinkan tidak lebih dari 0.7 bar (kgf/cm^2) gauge untuk perencanaan khusus keseluruhan tangki.

5.15.4.1.3. Perencanaan venting system pada tiap tangki muatan dapat berupa Independent line atau Common line atau juga dapat digabungkan dengan pipa inert gas.

5.15.4.1.4. Dimana pada perencanaan common line dikombinasikan dengan stop valve atau peralatan lain yang dapat diterima untuk mengisolasi tiap tangki muatan. Dimana stop valve yang dipasang harus dilengkapi dengan perencanaan penguncian yang berada dibawah kontrol dan tanggung jawab dari petugas kapal. Berbagai isolasi dipergunakan untuk melewati aliran gas yang diakibatkan variasi suhu dalam tangki muatan.

5.15.4.1.5. Perencanaan venting harus digabungkan diatas tiap-tiap tangki muatan dan akan mengalir dengan sendirinya ke tangki muatan disemua kondisi normal dari kapal.

5.15.4.1.6. Perencanaan Venting System harus dilengkapi dengan peralatan untuk mencegah jalannya api menuju tangki muatan. Perencanaan, pengujian dan pengaturan dari peralatan ini harus disetujui oleh peraturan internasional.

5.15.4.1.7. Ketentuan harus dibuat untuk menjaga kenaikan dari cairan dalam venting system yang tingginya melebihi head design dari tangki muatan. Hal ini dapat diatasi dengan high-level alarm atau sistem overflow control atau peralatan lain yang sama, bersama dengan peralatan *gauging* dan prosedur pengisian tangki muatan.

5.15.4.2. Cargo tank purging dan atau gas freeing

5.15.4.2.1. Perencanaan dari proses purging dan atau gas freeing adalah untuk meminimalkan bahaya kebakaran akibat pengeluaran uap yang mudah terbakar keluar atmosfer dan percampuran minyak yang mudah terbakar didalam tangki muatan.

5.15.4.2.2. Ketika kapal dilengkapi dengan inert gas system, tangki muatan harus dibersihkan dahulu sesuai dengan ketentuan 5.15.7.6.2. sampai konsentrasi dari uap hidrokarbon pada tangki muatan berkurang 2 % dari volume. Setelah itu proses gas freeing dilaksanakan.

5.15.4.2.3. Ketika kapal tidak dilengkapi dengan inert gas system, pengeluaran uap yang mudah terbakar keluar tangki muatan harus sesuai dengan :

- (a) Melalui vent outlet yang sesuai dengan 5.15.4.1.10. atau

- (b) Melalui bukaan yang tingginya 2 m diatas dek tangki muatan dengan kecepatan keluarnya gas secara vertikal lebih kecil atau sama dengan 30 m/s dijaga selama proses gas freeing berlangsung.
- (c) Melalui bukaan yang tingginya 2 m diatas dek tangki muatan dengan kecepatan keluarnya gas secara vertikal lebih kecil atau sama dengan 20 m/s dan dilengkapi dengan peralatan untuk mencegah terjadinya kebakaran.

Peraturan Biro Klasifikasi Indonesia

Section 15, B,5.4 Venting of cargo tanks.

5.4.1. Bukaan dari tangki muatan harus diletakkan dan direncanakan, agar percampuran gas tidak dapat menyala di daerah yang menjadi sumber kebakaran atau daerah yang menjadi sumber kebakaran di dek

5.4.2. Venting dari tangki muatan hanya akan efektif apabila batasan tekanan dan vakum yang melewati pada saat pengisian berfungsi:

- a) Pengeluaran dan ventilasi pada volume besar dari udara dan gas selama pemuatan (*loading*) dan proses *gas freeing*, dan.
- b) Pengeluaran dan ventilasi pada volume kecil dari udara dan gas selama pelayaran normal.

5.4.3. Perencanaan pressure/vacuum valve disesuaikan dengan sifat jenis dari muatan.

5.4.4. Pressure/vacuum valve dipasang pada tiap tangki pada seluruh tangki muatan (*independent*) atau keseluruhan tangki muatan

dihubungkan dengan satu sistem ventilasi (*common*) atau dihubungkan dengan inert gas system.

5.4.5. Apabila pressure/vacuum valve dihubungkan lebih dari satu tangki muatan pada satu pusat sistem ventilasi, alat penyetop (*shut off*) harus dilengkapi pada tiap tangki muatan.

Ketika katup digunakan, alat ini harus harus mampu tertutup/terkunci dalam setiap posisi.

Ketika tidak digunakan, tangki muatan harus dilindungi dari tekanan positif dan negatif tinggi, yang diakibatkan oleh perbedaan panas oleh pressure/vacuum valve yang sesuai dengan paragraf 5.4.2.b

5.4.6. Perencanaan venting harus dapat dihubungkan keseluruhan tangki muatan dibawah kondisi normal (trim, list dll), sehingga diperlukan apabila memungkinkan dipasang secara permanen, peralatan untuk sistem draining pada tangki muatan.

5.4.7. Apabila membawa muatan dengan titik didih 60°C atau dibawahnya, pemasukan (*inlet*) dan pengeluaran (*outlet*) dari sistem ventilasi harus dilengkapi dengan flame arrestor yang disetujui oleh klasifikasi.

5.4.8. vents untuk keluaran dari udara dan gas dalam volume besar selama operasi cargo handling dan ballast, harus didisain sesuai dengan prinsip dibawah ini:

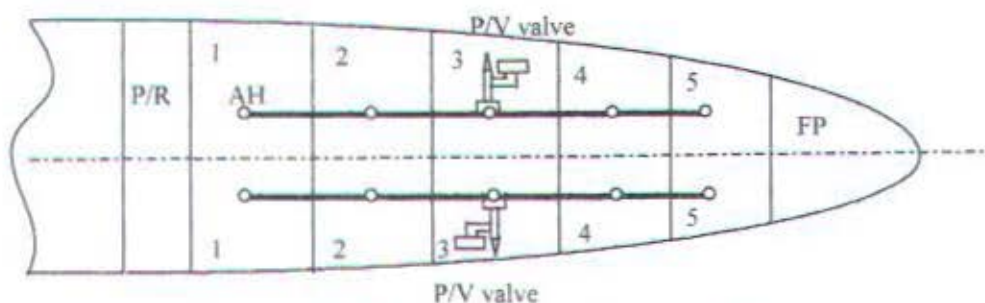
a). Tergantung dari tinggi dari vents, aliran dari campuran uap dapat keluar bebas pada kecepatan diatas 30 m/s.

- b). Keluaran campuran uap bergerak keluar secara vertikal.
- c). Dalam perencanaan sistem ventilasi, didisain sesuai dengan maksimum loading rate yang diijinkan untuk faktor evolusi gas yaitu 1,25.

BAB III PERENCANAAN COMMON LINE VENTING SYSTEM

3.1. Umum

Masalah common line venting system telah kita bahas pada bab terdahulu, sistem ini merupakan salah satu sistem ventilasi pada tangki muatan pada kapal tanker. Secara umum tipe common line venting system adalah sistem ventilasi tangki muatan yang menggunakan satu P/V valve untuk keseluruhan tangki muatan pada kapal tanker untuk distribusi dari udara, inert gas dan gas lainnya atau kombinasi ketiganya dari dalam tangki muatan *crude oil*, *product oil*, *chemical oil* dan *liquified gas carrier* serta termasuk proses *purging* dan *gas freeing*. Juga pemasukan udara, inert gas dan gas lainnya dibawah kondisi vakum, atau apabila dimensi dari P/V valve terlalu besar, dapat menggunakan satu P/V valve untuk setengah bagian tangki muatan (bagian sebelah kiri atau kanan kapal).



Gambar 3.1. Common line venting system

Yang dimaksud dengan proses *purging* dan *gas freeing* adalah

- Proses Purging

Adalah memasukkan gas inert kedalam tangki dimana tangki tersebut telah berada dalam kondisi inert agar terjadi pengurangan lanjutan terhadap

komposisi oksigen dan hidrokarbon pada tingkat tertentu sehingga apabila tangki akan di *gas freeing*, pemasukan udara segar tidak akan menyebabkan terjadinya kebakaran atau peledakan.

- *Proses gas freeing*

Adalah memasukkan udara segar kedalam tangki dengan maksud untuk menghilangkan gas beracun yang mudah terbakar dan gas inert dengan menaikkan konsentrasi oksigen hingga 21% dari volume. Dilakukan jika tangki akan dimasuki oleh manusia yang ingin melakukan inspeksi atau reparasi (apalagi yang akan melakukan *hot work* seperti pengelasan)¹³

Perencanaan common line venting system ini dilakukan pada kapal tanker berbobot 17500 LT DWT milik Pertamina, yang sedang dikerjakan di PT.PAL Indonesia, Surabaya. Yang spesifikasinya adalah :

- **Particulars of Ship**

LOA	160 m
LPP	154 m
Breadth (MLD)	26,8 m
Depth (MLD)	11,5 m
Design draft	7,0 m
Scantling Draft	7,5 m
Service speed	13 knots
Deadweight	17.780 metric tons
Cargo tank capacity	24,142 m ³

¹³ Mohd.Ridwan 'inert Gas System' laporan kerja praktek di PT.MAXUS. hsl 22

(including slop tank)

Cargo oil tank 1 (P & S)	2120.5 m ³
Cargo oil tank 2 (P & S)	2354.7 m ³
Cargo oil tank 3 (P & S)	2634.1 m ³
Cargo oil tank 4 (P & S)	2370.7 m ³
Cargo oil tank 5 (P & S)	2269.7 m ³
Slop tank (P & S)	385.1 m ³

• **Particulars of Pumps**

Cargo Oil Pump (COP)	Horizontal centrifugal 600 m ³ /h x 3 sets motor 300 KW
Pump room position	In front of machinery space
Length of pump room	7 meter.

Sedangkan pelabuhan yang dipakai sebagai tempat penyimpanan atau pengiriman dari kapal tanker berbobot 17500 LT DWT adalah pelabuhan yang memiliki kapasitas loading (pompa darat) :

Plaju	:750 m ³ /h
Sungai Gerong	:750 m ³ /h
Dumai	:6360 m ³ /h (caltex pacific Indonesia) :1750 m ³ /h (Pertamina)

Dan rumus yang digunakan untuk menghitung diameter pipa dan dimensi dari P/V valve adalah :

$$\Delta P = f \frac{\ell}{D} \frac{\rho V^2}{2g} + K \frac{\rho V^2}{2g} + \rho H_s \dots \dots \dots (3.1)$$

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho \dots \dots \dots (3.2)$$

dimana :

ΔP = Kerugian tekanan (kg/cm^2)

f = Friction coefficient.

K = Koefisien tahanan .

D = Diameter dalam pipa ventilasi (m).

ℓ = Panjang pipa ventilasi (m)

V = kecepatan uap (m/sec).

g = Kecepatan gravitasi (m/sec^2)

H_s = Tinggi bukaan pipa ventilasi dari upper deck (m)

ρ = Densitas uap muatan (Kg/m^3)

s.g = Specific gravity dari uap muatan.

Sedangkan untuk menghitung kapasitas vent $Q = 1.25 \times Q_L \text{ (m}^3/\text{h)} \dots \dots \dots (3.3)$

Q_L = kapasitas loading (m^3/h)

1.25 adalah faktor pengali yang disyaratkan oleh LR rules (5.15.4.1.10)

dan BKI (section 15, 5.4.8.c)

dalam menentukan kecepatan uap (m/sec) rumus yang dipakai adalah:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2 3600} < 20 \text{ m/sec (LR rules 5.15.4.2.3.c)} \dots \dots \dots (3.4)$$

Disini diameter pipa yang dipakai adalah diameter pipa yang memenuhi persamaan 3.4 dan memenuhi standar yang telah disepakati oleh klasifikasi dan pipa yang mudah dicari dan ada dipasaran. (JIS, DIN dll).

Kerugian tekanan

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho < 0.2 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (Hyd.press test for tank)}$$

3.2. Perencanaan common line venting system

Seperti yang telah diuraikan pada bab terdahulu, bahwa perencanaan common line venting system harus disesuaikan dengan peraturan-peraturan yang berlaku. Sedangkan tahapan-tahapan pengerjaannya adalah sebagai berikut :

- ✓ Mendapatkan data-data spesifikasi dari kapal tanker berbobot 17500 LT DWT yaitu : - Kapasitas loading.
 - Perencanaan/pengaturan pipa di upper deck.
 - Panjang vent line yang direncanakan.
- ✓ Perencanaan tata letak Common line venting system yang disesuaikan dengan peraturan-peraturan yang digunakan.

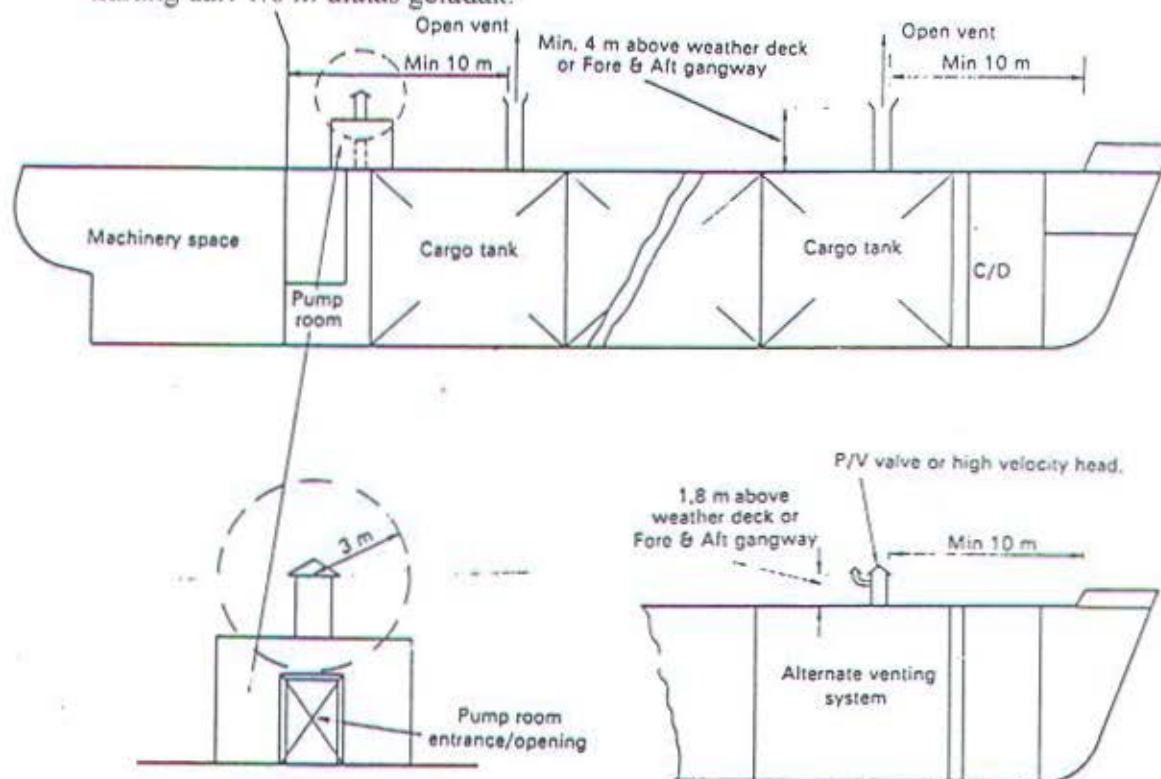
Perencanaan cargo tank venting harus memenuhi :

1. Pelepasan pressure/vacuum pada volume kecil dari uap / campuran udara selama pelayaran normal.
2. Ventilasi dalam jumlah besar dari uap / campuran udara selama *cargo handling* dan pengoperasian *gas freeing*.

Dimana pipa vent dari tangki berbeda dipasang pada pipa utama, tindakan pencegahan ini dilakukan untuk mengisolasi tiap tangki dari pipa utama, dimaksudkan untuk mencegah semua tangki kelebihan pressure/vacuum selama operasi cargo handling dan ballast. Pressure/vacuum valve yang harus di set pada tekanan positive tidak boleh lebih dari 0.02 N/mm^2 (0.2 Kg/cm^2)

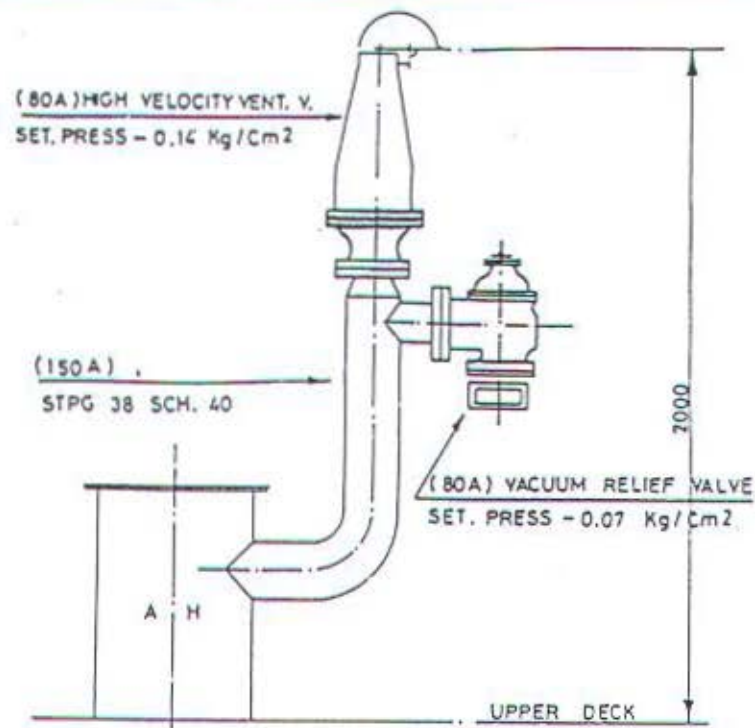
diatas tekanan atmosfir dan tidak lebih dari 0.007 N/mm^2 (0.07 kgf/cm^2) dibawah tekanan atmosfir. Pressure/vacuum valve harus diletakkan tidak boleh kurang dari 1.8 m diatas galadak. Bukaan vents untuk aliran bebas dari uap / campuran udara tidak boleh kurang dari 4 m diatas geladak cuaca, atau 4 m dari dalam fore dan after gangway. dan harus diletakkan tidak boleh kurang dari 10 m dari pemasukan atau pengeluaran udara ke akomodasi yang terdekat, atau daerah kerja atau sumber dari kebakaran.

Pipa vents yang dilengkapi dengan high velocity head yang akan direncanakan untuk keluaran uap dan campuran udara, kecepatannya tidak boleh kurang dari 30 m/s, tinggi dari keluaran high velocity head tidak boleh kurang dari 1.8 m diatas geladak.



Gambar 3.2. Perencanaan ventilasi tangki muatan.¹⁴

¹⁴ J. Crawford, C. Eng., F.I. Mar E. 'Marine and Offshore Pumping and Piping System' page 54



Gambar 3.3. Pressure/vacuum valve dengan high velocity vent¹⁵

- ✓ Perhitungan kondisi dalam tangki muatan untuk mendapatkan diameter pipa buangan udara, inert gas dan gas lainnya atau kombinasi ketiganya serta mendapatkan dimensi dari P/V valve, dengan menggunakan rumus – rumus sebagai berikut:

- ♦ Rumus yang digunakan adalah :

Untuk menentukan head total yang terjadi pada sistem ini adalah:

$$H_t = H_f + H_m + H_s \dots\dots\dots (3.5)$$

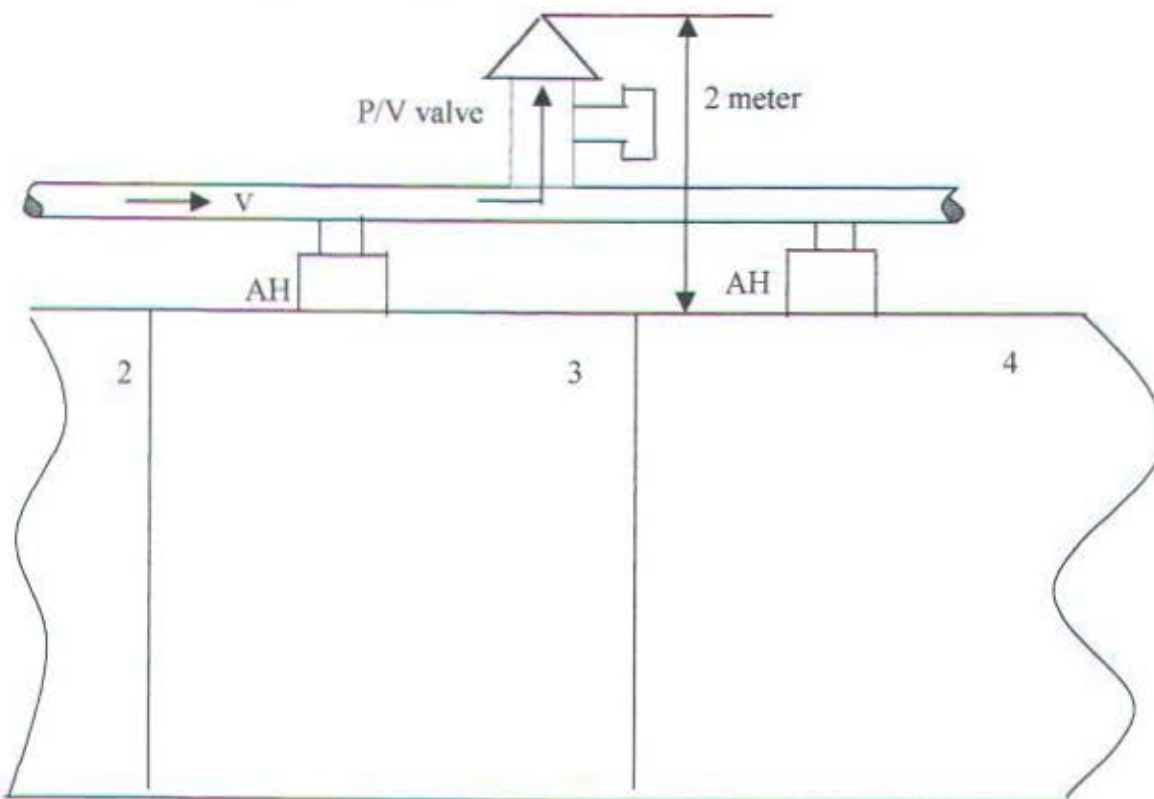
Dimana :

H_t = head total

H_f = head akibat gesekan (major)

¹⁵ Ibid.... page 55

H_m = head minor, yang diakibatkan oleh kerugian yang ada disepanjang pipa, katup, sambungan, reducer dan lain-lainnya.



Gambar 3.4.kondisi dalam tangki

H_s = head statis, yang diakibatkan perbedaan ketinggian.

$$H_t = f \frac{\ell}{D} \frac{V^2}{2g} + \sum K \frac{V^2}{2g} + H_s \dots \dots \dots (3.6)$$

$$H_t = \frac{\Delta P}{\rho} \dots \dots \dots (3.7)$$

Sehingga menghasilkan rumus untuk menghitung kerugian tekanan yang sesuai dengan rumus (3.1) dan (3.2).

$$\Delta P = f \frac{\ell}{D} \frac{\rho V^2}{2g} + \sum K \frac{\rho V^2}{2g} + \rho H_s$$

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

dimana :

ΔP = Kerugian tekanan (kg/cm^2)

f = Friction coefficient.

K = Koefisien tahanan .

D = Diameter dalam pipa ventilasi (m).

ℓ = Panjang pipa ventilasi (m)

V = kecepatan uap (m/sec).

g = Kecepatan gravitasi (m/sec^2)

H_s = Tinggi bukaan pipa ventilasi dari upper deck (m)

ρ = Densitas uap muatan (Kg/m^3)

s.g = Specific gravity dari uap muatan.

- ♦ Sedangkan untuk menentukan kapasitas Vent sesuai dengan rumus (3.3)

$$\text{yaitu } Q = 1.25 \times Q_L \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Dimana Q_L = kapasitas loading (m^3/h)

1.25 adalah faktor pengali yang disyaratkan oleh LR rules (5.15.4.1.10)

dan BKI (section 15, 5.4.8.c)

- ♦ Dari rumus (3.4) dalam menentukan kecepatan uap (m/sec) dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$Q = V \times A$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$Q = V \times \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2 3600} < 20 \text{ m/sec (LR rules 5.15.4.2.3.c)}$$

Disini diambil diameter pipa yang memenuhi dari persamaan (3.4), jenis pipa yang dipergunakan adalah jenis pipa yang mudah didapat dipasaran dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku (standar JIS, DIN dll).

- ♦ Densitas uap muatan:

$$\rho_{\text{uap muatan}} = \rho_{\text{udara}} \times s.g \text{ muatan} \dots\dots\dots(3.8).$$

Kapal tanker berbobot 17500 LT DWT ini direncanakan membawa muatan jenis kerosene dan gasoline dengan nilai specific gravity Kerosene dan gasoline bervariasi menurut temperatur yang digunakan serta $\rho_{\text{udara}} = 1,293 \text{ kg/m}^3$

Nilai koefisien gesekan ditentukan oleh bilangan Reynold, apabila aliran dalam pipa turbulen berarti nilai koefisien gesekan,

$$f = 0.02 + \frac{0.0005}{D_s} \dots\dots\dots(3.9),$$

sedangkan apabila aliran dalam pipa adalah aliran laminar maka,

$$f = \frac{64}{Re} \dots\dots\dots(4.0).$$

- ♦ Bilangan Reynold yang diakibatkan oleh aliran yang melalui pipa adalah :

$$Re = \frac{VD}{\nu} \dots\dots\dots(4.1),$$

$$\text{atau } Re = \frac{\rho VD}{\mu} \dots\dots\dots(4.2)$$

$Re > 2300$ aliran turbulen

$Re < 2300$ aliran laminar

Dimana :

V = kecepatan uap (m/s)

D = diameter dalam pipa (m)

ν = viskositas kinematik (kg/m.s)

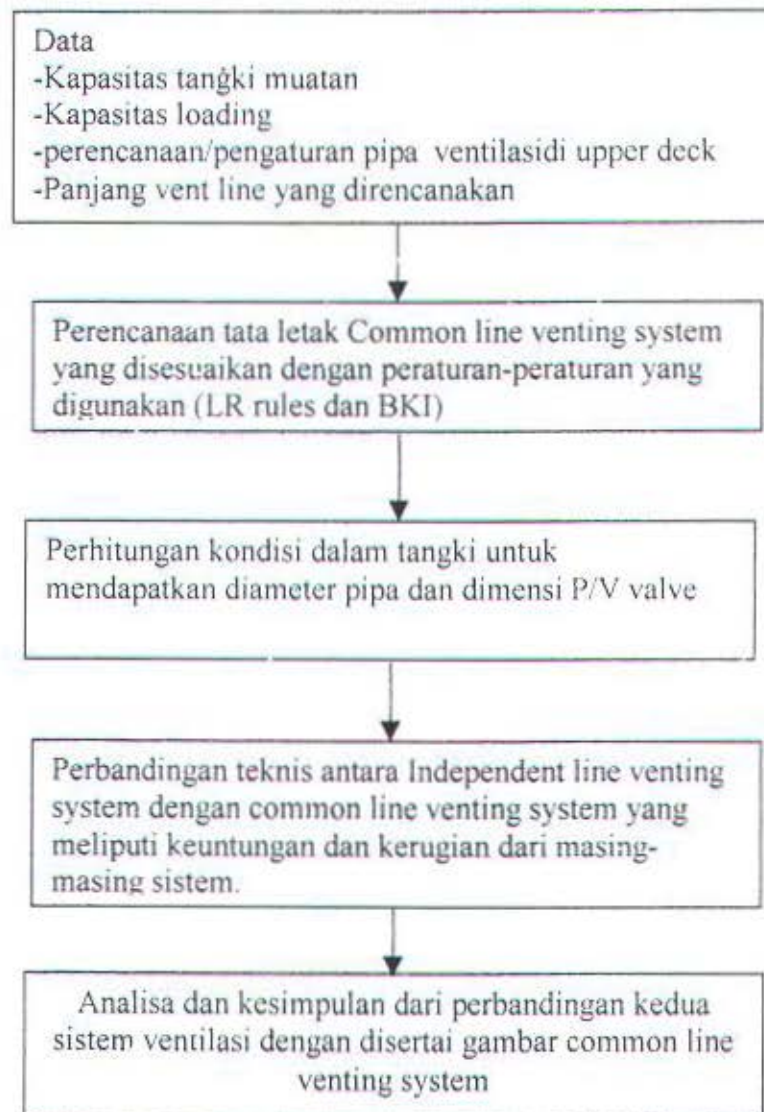
μ = viskositas dinamik/absolut (Kg/m.s)

ρ = densitas (Kg/m³)

sehingga menghasilkan rumus untuk kerugian tekanan sesuai rumus (3.2)

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho < 0.2 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (Hyd.press test for tank)}$$

Bagan perencanaan common line venting system :



BAB IV

PELETAKAN DAN PERHITUNGAN COMMON LINE VENTING SYSTEM

IV.1. Perhitungan Pipa Ventilasi dengan Menggunakan Jenis Muatan Gasoline.

IV.1.1. Perhitungan pipa untuk slop tank, tangki muatan 5 dan tangki muatan 4 bagian sebelah kiri kapal (P).

Semua perhitungan dibawah ini menggunakan data-data yang berasal dari PERTAMINA sebagai organisasi yang memesan kapal tanker ini.

- ♦ Untuk menghitung kapasitas vent (Q), kita menggunakan rumus (3.3) yaitu

$$\begin{aligned}
 Q &= 1.25 QL & QL &= \text{kapasitas loading} \\
 &= 1.25 \cdot 1750 & &= 1750 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (pelabuhan dumai, pertamina)} \\
 &= 2187.5 \text{ m}^3/\text{h}
 \end{aligned}$$

- ♦ Dengan menggunakan rumus (3.4), kita menentukan kecepatan uap (V)

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2 3600} < 20 \text{ m/sec}$$

Dari tabel pipa standard JIS, didapat pipa yang memenuhi persamaan diatas adalah :

$$D = 0.1999 \text{ m (STPG 38 SCH 40 200 A)}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{4 \cdot 2187.5}{\pi (0.1999)^2 3600} \\
 &= 19.37 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

♦ Koefisien gesek (f)

Koefisien gesek (f) ditentukan oleh jenis aliran yang melalui pipa ventilasi, jenis aliran diketahui dari bilangan reynoldnya, yaitu dengan menggunakan rumus (4.1) atau (4.2).

$$Re = \frac{VD}{\nu} \text{ atau } Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Dimana :

V = kecepatan uap (m/s)

D = diameter dalam pipa (m)

ν = viskositas kinematik (kg/m.s)

μ = viskositas dinamik/absolut (Kg/m.s)

ρ = densitas (Kg/m³)

sedangkan densitas uap muatan dapat dicari dengan menggunakan rumus (4.3).

$$\rho_{\text{uap gasoline}} = s_g \times \rho_{\text{udara kering}}$$

$$s_g \text{ gasoline pada suhu } 100^{\circ} \text{ F} = 0.73$$

didapat dari buku 'Process Heat Transfer' Donald G.Kern gambar 6 hal 809

$$\rho_{\text{udara}} \text{ pada suhu } 0^{\circ} \text{ C} = 1.293 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{gasoline}} = 0.73 \times 1.293$$

$$= 0.944 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu_{\text{gasoline}} \text{ pada suhu } 100^{\circ} \text{ F} = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

didapat dari buku 'Process Heat transfer' Donald G.Kern gambar 14 hal 823

$$= \frac{0.944 \times 19.37 \times 0.1999}{0.5 \times 10^{-3}}$$

= 7310.455 > 2300, maka jenis aliran yang melalui pipa tersebut adalah jenis aliran turbulen

$$f = 0.02 + \frac{0.0005}{D_s}$$

$$= 0.02 + \frac{0.0005}{0.1999}$$

$$= 0.0225$$

♦ Kerugian tekanan (ΔP)

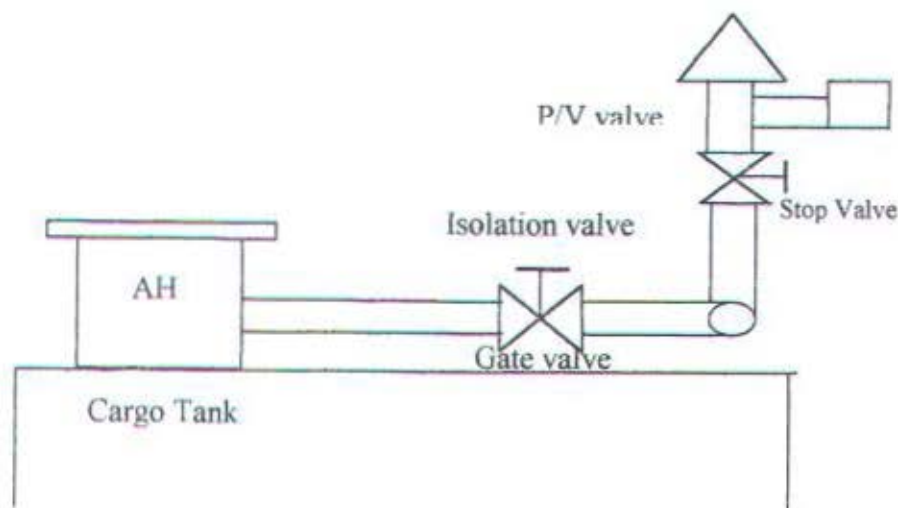
$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

K = koefisien tahanan

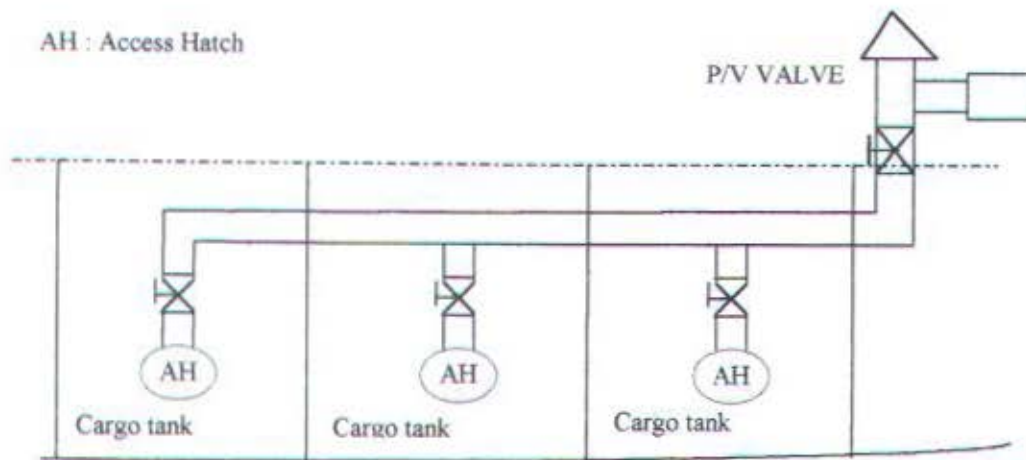
= high velocity vent + 4 gate valve + 2 x 90° bending + suction + reducer

$$= 4.9 + 4 \times 0.16 + 2 \times 1.36 + 0.3 + 0.35$$

$$= 8.91$$



Gambar 4.1. Tampak samping common line venting system



Gambar 4.2. Tampak atas common line venting system

koefisien tahanan didapat dari buku 'Mekanika Fluida' Frank M. White tabel 6.5 hal 335.

H_s = tinggi bukaan pipa ventilasi dari upper deck

$$= 2 \text{ m}$$

dari rumus (3.2) untuk menghitung kerugian tekanan yang terjadi.

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

ℓ = panjang pipa yang direncanakan untuk slop tank, tangki muatan 5 dan tangki muatan 4 adalah 51 m. (lihat pada lampiran)

$$\Delta P = \left[\left(0.0225 \frac{51}{0.1999} + 8.91 \right) \frac{19.37^2}{2 \cdot 9.8} + 2 \right] 0.944$$

$$= 264.743 \text{ kg/m}^2$$

$$= 0.0265 \text{ kg/cm}^2 < 0.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

IV.1.2. Perhitungan pipa ventilasi untuk tangki muatan 3, tangki muatan 2

dan tangki muatan 1 bagian sebelah kiri kapal (P).

♦ Kapasitas vent (Q)

$$\begin{aligned} Q &= 1.25 \text{ QL} & \text{QL} &= \text{kapasitas loading} \\ &= 1.25 \cdot 1750 & &= 1750 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 2187.5 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

♦ Kecepatan uap (V)

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2 3600} < 20 \text{ m/sec}$$

Dari tabel pipa standard JIS, didapat pipa yang memenuhi persamaan diatas adalah :

$$D = 0.1999 \text{ m (STPG 38 SCH 40 200 A)}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{4 \cdot 2187.5}{\pi (0.1999)^2 3600} \\ &= 19.37 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s} \end{aligned}$$

♦ Koefisien gesek (f)

Koefisien gesek (f) ditentukan oleh jenis aliran yang melalui pipa ventilasi, jenis aliran diketahui dari bilangan reynoldnya.

$$\text{Re} = \frac{VD}{\nu} \text{ atau } \text{Re} = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Dimana :

V = kecepatan uap (m/s)

D = diameter dalam pipa (m)

ν = viskositas kinematik (kg/m.s)

μ = viskositas dinamik/absolut (Kg/m.s)

ρ = densitas (Kg/m³)

$\rho_{\text{uap gasoline}} = s_g \times \rho_{\text{udara kering}}$

s_g gasoline pada suhu 100⁰ F = 0.73

didapat dari buku 'Process Heat Transfer' Donald G.Kern gambar 6 hal 809

$\rho_{\text{udara kering}}$ pada suhu 0⁰ C = 1.293 Kg/m³

$\rho_{\text{gasoline}} = 0.73 \times 1.293$

= 0.944 kg/m³

μ_{gasoline} pada suhu 100⁰ F = 0.5 10⁻³ kg/m.s

didapat dari buku 'Process Heat transfer' Donald G.Kern gambar 14 hal 823

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$= \frac{0.944 \times 19.37 \times 0.1999}{0.5 \times 10^{-3}}$$

= 7310.455 > 2300, maka jenis aliran yang melewati pipa tersebut adalah

jenis aliran turbulen

$$f = 0.02 + \frac{0.0005}{Ds}$$

$$= 0.02 + \frac{0.0005}{0.1999}$$

$$= 0.0225$$

♦ Kerugian tekanan (ΔP)

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

K = koefisien tahanan

= high velocity vent + 4 gate valve + 2 x 90° bending + suction + reducer

$$= 4.9 + 4 \times 0.16 + 2 \times 1.36 + 0.3 + 0.35$$

$$= 8.91$$

koefisien tahanan didapat dari buku 'Mekanika Fluida' Frank M. White tabel 6.5 hal 335.

Hs = tinggi bukaan pipa ventilasi dari upper deck

$$= 2 \text{ m}$$

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

ℓ = panjang pipa yang direncanakan untuk tangki muatan 3, tangki muatan 2 dan tangki muatan 1 adalah 54 m. (lihat pada lampiran)

$$\Delta P = \left[\left(0.0225 \frac{54}{0.1999} + 8.91 \right) \frac{19.37^2}{2 \times 9.8} + 2 \right] 0.944$$

$$= 270.85 \text{ kg/m}^2$$

$$= 0.0271 \text{ kg/cm}^2 < 0.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

IV.1.3. Perhitungan pipa ventilasi untuk slop tank, tangki muatan 5 dan tangki muatan 4 bagian sebelah kanan kapal (S)

♦ Kapasitas vent (Q)

$$Q = 1.25 Q_L \quad Q_L = \text{kapasitas loading}$$

$$= 1.25 \times 1750 \quad = 1750 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 2187.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

♦ Kecepatan uap (V)

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2 3600} < 20 \text{ m/sec}$$

Dari tabel pipa standard JIS, didapat pipa yang memenuhi persamaan diatas adalah :

$$D = 0.1999 \text{ m (STPG 38 SCH 40 200 A)}$$

$$V = \frac{4.2187.5}{\pi (0.1999)^2 3600}$$

$$= 19.37 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s}$$

♦ Koefisien gesek (f)

Koefisien gesek (f) ditentukan oleh jenis aliran yang melalui pipa ventilasi, jenis aliran diketahui dari bilangan reynoldnya.

$$Re = \frac{VD}{\nu} \text{ atau } Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Dimana :

V = kecepatan uap (m/s)

D = diameter dalam pipa (m)

ν = viskositas kinematik (kg/m.s)

μ = viskositas dinamik/absolut (Kg/m.s)

ρ = densitas (Kg/m³)

$$\rho_{\text{uap gasoline}} = s_g \times \rho_{\text{udara kering}}$$

$$s_g \text{ gasoline pada suhu } 100^\circ \text{ F} = 0.73$$

didapat dari buku 'Process Heat Transfer' Donald G.Kern gambar 6 hal 809

$$\rho_{\text{udara kering pada suhu } 0^\circ \text{ C}} = 1.293 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{gasoline}} = 0.73 \times 1.293$$

$$= 0.944 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu_{\text{gasoline}} \text{ pada suhu } 100^\circ \text{ F} = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

didapat dari buku 'Process Heat transfer' Donald G.Kern gambar 14 hal 823

$$\text{Re} = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$= \frac{0.944 \cdot 19.37 \cdot 0.1999}{0.5 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 7310.455 > 2300, \text{ maka jenis aliran yang melewati pipa tersebut adalah}$$

jenis aliran turbulen

$$f = 0.02 + \frac{0.0005}{D_s}$$

$$= 0.02 + \frac{0.0005}{0.1999}$$

$$= 0.0225$$

♦ Kerugian tekanan (ΔP)

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

K = koefisien tahanan

$$= \text{high velocity vent} + 4 \text{ gate valve} + 2 \times 90^\circ \text{ bending} + \text{suction} + \text{reducer}$$

$$= 4.9 + 4 \times 0.16 + 2 \times 1.36 + 0.3 + 0.35$$

$$= 8.91$$

koefisien tahanan didapat dari buku 'Mekanika Fluida' Frank M.White tabel 6.5 hal 335.

H_s = tinggi bukaan pipa ventilasi dari upper deck

$$= 2 \text{ m}$$

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

ℓ = panjang pipa yang direncanakan untuk slop tank, tangki muatan 5 dan tangki muatan 4 adalah 51 m. (lihat lampiran)

$$\Delta P = \left[\left(0.0225 \frac{51}{0.1999} + 8.91 \right) \frac{19.37^2}{2 \cdot 9.8} + 2 \right] 0.944$$

$$= 264.743 \text{ kg/m}^2$$

$$= 0.0265 \text{ kg/cm}^2 < 0.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

IV.1.4. Perhitungan pipa ventilasi untuk tangki muatan 3, tangki muatan 2 dan tangki muatan 1 bagian sebelah kiri kapal (P).

♦ Kapasitas vent (Q)

$$Q = 1.25 \text{ QL} \quad \text{QL} = \text{kapasitas loading}$$

$$= 1.25 \cdot 1750 \quad = 1750 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 2187.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

♦ Kecepatan uap (V)

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2 3600} < 20 \text{ m/sec}$$

Dari tabel pipa standard JIS, didapat pipa yang memenuhi persamaan diatas adalah :

$$D = 0.1999 \text{ m (STPG 38 SCH 40 200 A)}$$

$$V = \frac{4.2187.5}{\pi (0.1999)^2 3600}$$

$$= 19.37 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s}$$

♦ Koefisien gesek (f)

Koefisien gesek (f) ditentukan oleh jenis aliran yang melalui pipa ventilasi, jenis aliran diketahui dari bilangan reynoldnya.

$$Re = \frac{VD}{\nu} \text{ atau } Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Dimana :

V = kecepatan uap (m/s)

D = diameter dalam pipa (m)

ν = viskositas kinematik (kg/m.s)

μ = viskositas dinamik/absolut (Kg/m.s)

ρ = densitas (Kg/m³)

$$\rho_{\text{uap gasoline}} = s g \times \rho_{\text{udara kering}}$$

$$s g \text{ gasoline pada suhu } 100^{\circ} F = 0.73$$

didapat dari buku 'Process Heat Transfer' Donald G.Kern gambar 6 hal 809

$$\rho_{\text{udara kering}} \text{ pada suhu } 0^{\circ} C = 1.293 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{gasoline}} = 0.73 \times 1.293$$

$$= 0.944 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu_{\text{gasoline}} \text{ pada suhu } 100^{\circ} F = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

didapat dari buku 'Process Heat transfer' Donald G.Kern gambar 14 hal 823

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$= \frac{0.944 \times 19.37 \times 0.1999}{0.5 \times 10^{-3}}$$

= 7310.455 > 2300, maka jenis aliran yang melewati pipa tersebut adalah

jenis aliran turbulen

$$f = 0.02 + \frac{0.0005}{D_s}$$

$$= 0.02 + \frac{0.0005}{0.1999}$$

$$= 0.0225$$

♦ Kerugian tekanan (ΔP)

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

K = koefisien tahanan

= high velocity vent + 4 gate valve + 2 x 90° bending + suction + reducer

$$= 4.9 + 4 \times 0.16 + 2 \times 1.36 + 0.3 + 0.35$$

$$= 8.91$$

koefisien tahanan didapat dari buku 'Mekanika Fluida' Frank M. White tabel

6.5 hal 335.

Hs = tinggi bukaan pipa ventilasi dari upper deck

$$= 2 \text{ m}$$

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

ℓ = panjang pipa yang direncanakan untuk tangki muatan 3, tangki muatan

2 dan tangki muatan 1 adalah 54 m. (lihat lampiran)

$$\begin{aligned}\Delta P &= \left[(0.0225 \frac{54}{0.1999} + 8.91) \frac{19.37^2}{2 \cdot 9.8} + 2 \right] 0.944 \\ &= 270.85 \text{ kg/m}^2 \\ &= 0.0271 \text{ kg/cm}^2 < 0.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ (memenuhi)}\end{aligned}$$

IV.2. Perhitungan Pipa Ventilasi dengan Menggunakan Jenis Muatan Kerosene.

IV.2.1. Perhitungan pipa ventilasi untuk slop tank, tangki muatan 5 dan tangki muatan 4 bagian sebelah kanan kapal (S)

- ♦ Dari rumus (3.3) kapasitas vent (Q)

$$\begin{aligned}Q &= 1.25 Q_L & Q_L &= \text{kapasitas loading} \\ &= 1.25 \cdot 1750 & &= 1750 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (pelabuhan dumai, pertamina)} \\ &= 2187.5 \text{ m}^3/\text{h}\end{aligned}$$

- ♦ Dengan menggunakan rumus (3.4) kecepatan uap (V)

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2 3600} < 20 \text{ m/sec}$$

Dari tabel pipa standard JIS, didapat pipa yang memenuhi persamaan diatas adalah :

$$D = 0.1999 \text{ m (STPG 38 SCH 40 200 A)}$$

$$V = \frac{4 \cdot 2187.5}{\pi (0.1999)^2 3600}$$

$$= 19.37 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s}$$

♦ Koefisien gesek (f)

Koefisien gesek (f) ditentukan oleh jenis aliran yang melalui pipa ventilasi, jenis aliran diketahui dari bilangan reynoldnya, dengan menggunakan rumus (4.1) atau (4.2).

$$\text{Re} = \frac{VD}{\nu} \text{ atau } \text{Re} = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Dimana :

V = kecepatan uap (m/s)

D = diameter dalam pipa (m)

ν = viskositas kinematik (kg/m.s)

μ = viskositas dinamik/absolut (Kg/m.s)

ρ = densitas (Kg/m³)

sedangkan densitas uap muatan dapat dicari dengan menggunakan rumus (4.3).

$$\rho_{\text{uap kerosene}} = s_g \times \rho_{\text{udara kering}}$$

$$s_g \text{ kerosene pada suhu } 100^\circ \text{ F} = 0.815$$

didapat dari buku 'Process Heat Transfer' Donald G.Kern gambar 6 hal 809

$$\rho_{\text{udara kering pada suhu } 0^\circ \text{ C}} = 1.293 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{kerosene}} = 0.815 \times 1.293$$

$$= 1.0538 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu_{\text{kerosene pada suhu } 100^\circ \text{ F}} = 1.4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

didapat dari buku 'Process Heat transfer' Donald G.Kern gambar 14 hal 823

$$\begin{aligned} \text{Re} &= \frac{\rho V D}{\mu} \\ &= \frac{1.0538 \times 19.37 \times 0.1999}{1.4 \times 10^{-3}} \end{aligned}$$

= 2914.56 > 2300, maka jenis aliran yang melewati pipa tersebut adalah

jenis aliran turbulen

$$\begin{aligned} f &= 0.02 + \frac{0.0005}{D_s} \\ &= 0.02 + \frac{0.0005}{0.1999} \\ &= 0.0225 \end{aligned}$$

♦ Kerugian tekanan (ΔP)

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

K = koefisien tahanan

= high velocity vent + 4 gate valve + 2 x 90° bending + suction + reducer

$$= 4.9 + 4 \times 0.16 + 2 \times 1.36 + 0.3 + 0.35$$

$$= 8.91$$

koefisien tahanan didapat dari buku 'Mekanika Fluida' Frank M.White tabel

6.5 hal 335.

Hs = tinggi bukaan pipa ventilasi dari upper deck

$$= 2 \text{ m}$$

dari rumus (3.2) untuk menghitung kerugian tekanan yang terjadi.

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

ℓ = panjang pipa yang direncanakan untuk slop tank, tangki muatan 5 dan tangki muatan 4 adalah 51 m. (lihat pada lampiran)

$$\begin{aligned} \Delta P &= \left[\left(0.0225 \frac{51}{0.1999} + 8.91 \right) \frac{19.37^2}{2 \cdot 9.8} + 2 \right] 1.0538 \\ &= 297.643 \text{ kg/m}^2 \\ &= 0.0298 \text{ kg/cm}^2 < 0.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ (memenuhi)} \end{aligned}$$

IV.2.2. Perhitungan Pipa Ventilasi untuk tangki muatan 3, tangki muatan 2 dan tangki muatan 1 bagian sebelah kanan (S).

- ♦ Dari rumus (3.3) untuk menghitung kapasitas vent (Q)

$$\begin{aligned} Q &= 1.25 Q_L & Q_L &= \text{kapasitas loading} \\ &= 1.25 \cdot 1750 & &= 1750 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (pelabuhan dumai, pertamina)} \\ &= 2187.5 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

- ♦ Dengan menggunakan rumus (3.4) kecepatan uap (V)

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2 3600} < 20 \text{ m/sec}$$

Dari tabel pipa standard JIS, didapat pipa yang memenuhi persamaan diatas adalah :

$$D = 0.1999 \text{ m (STPG 38 SCH 40 200 A)}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{4 \cdot 2187.5}{\pi (0.1999)^2 3600} \\ &= 19.37 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s} \end{aligned}$$

♦ Koefisien gesek (f)

Koefisien gesek (f) ditentukan oleh jenis aliran yang melalui pipa ventilasi, jenis aliran diketahui dari bilangan reynoldnya, dengan menggunakan rumus (4.1) atau (4.2).

$$Re = \frac{VD}{\nu} \text{ atau } Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Dimana :

V = kecepatan uap (m/s)

D = diameter dalam pipa (m)

ν = viskositas kinematik (kg/m.s)

μ = viskositas dinamik/absolut (Kg/m.s)

ρ = densitas (Kg/m³)

sedangkan densitas uap muatan dapat dicari dengan menggunakan rumus (4.3).

$$\rho_{\text{uap kerosene}} = s_g \times \rho_{\text{udara kering}}$$

$$s_g \text{ kerosene pada suhu } 100^{\circ} \text{ F} = 0.815$$

didapat dari buku 'Process Heat Transfer' Donald G.Kern gambar 6 hal 809

$$\rho_{\text{udara kering pada suhu } 0^{\circ} \text{ C}} = 1.293 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{kerosene}} = 0.815 \times 1.293$$

$$= 1.0538 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu_{\text{kerosene pada suhu } 100^{\circ} \text{ F}} = 1.4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

didapat dari buku 'Process Heat transfer' Donald G.Kern gambar 14 hal 823

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$= \frac{1.0538 \times 19.37 \times 0.1999}{1.4 \times 10^{-3}}$$

= 2914.56 > 2300, maka jenis aliran yang melewati pipa tersebut adalah jenis aliran turbulen

$$f = 0.02 + \frac{0.0005}{D_s}$$

$$= 0.02 + \frac{0.0005}{0.1999}$$

$$= 0.0225$$

♦ Kerugian tekanan (ΔP)

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

K = koefisien tahanan

$$= \text{high velocity vent} + 4 \text{ gate valve} + 2 \times 90^\circ \text{ bending} + \text{suction} + \text{reducer}$$

$$= 4.9 + 4 \times 0.16 + 2 \times 1.36 + 0.3 + 0.35$$

$$= 8.91$$

koefisien tahanan didapat dari buku 'Mekanika Fluida' Frank M. White tabel 6.5 hal 335.

$$H_s = \text{tinggi bukaan pipa ventilasi dari upper deck}$$

$$= 2 \text{ m}$$

dari rumus (3.2) untuk menghitung kerugian tekanan yang terjadi.

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

l = panjang pipa yang direncanakan untuk tangki muatan 3, tangki muatan 2 dan tangki muatan 1 adalah 54 m. (lihat pada lampiran)

$$\begin{aligned}\Delta P &= \left[(0.0225 \frac{54}{0.1999} + 8.91) \frac{19.37^2}{29.8} + 2 \right] 1.0538 \\ &= 304.454 \text{ kg/m}^2 \\ &= 0.0304 \text{ kg/cm}^2 < 0.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ (memenuhi)}\end{aligned}$$

IV.2.3. Perhitungan pipa ventilasi untuk slop tank, tangki muatan 5 dan tangki muatan 4 bagian sebelah kiri kapal (P)

♦ Dari rumus (3.3) kapasitas vent (Q)

$$\begin{aligned}Q &= 1.25 QL & QL &= \text{kapasitas loading} \\ &= 1.25 \cdot 1750 & &= 1750 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (pelabuhan dumi, Pertamina)} \\ &= 2187.5 \text{ m}^3/\text{h}\end{aligned}$$

♦ Dengan menggunakan rumus (3.4) kecepatan uap (V)

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2 3600} < 20 \text{ m/sec}$$

Dari tabel pipa standard JIS, didapat pipa yang memenuhi persamaan diatas adalah :

$$D = 0.1999 \text{ m (STPG 38 SCH 40 200 A)}$$

$$\begin{aligned}V &= \frac{4 \cdot 2187.5}{\pi (0.1999)^2 3600} \\ &= 19.37 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s}\end{aligned}$$

♦ Koefisien gesek (f)

Koefisien gesek (f) ditentukan oleh jenis aliran yang melalui pipa ventilasi, jenis aliran diketahui dari bilangan reynoldnya, dengan menggunakan rumus (4.1) atau (4.2).

$$Re = \frac{VD}{\nu} \text{ atau } Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Dimana :

V = kecepatan uap (m/s)

D = diameter dalam pipa (m)

ν = viskositas kinematik (kg/m.s)

μ = viskositas dinamik/absolut (Kg/m.s)

ρ = densitas (Kg/m³)

sedangkan densitas uap muatan dapat dicari dengan menggunakan rumus (4.3).

$$\rho_{\text{uap kerosene}} = s_g \times \rho_{\text{udara kering}}$$

$$s_g \text{ kerosene pada suhu } 100^{\circ} \text{ F} = 0.815$$

didapat dari buku 'Process Heat Transfer' Donald G.Kern gambar 6 hal 809

$$\rho_{\text{udara kering}} \text{ pada suhu } 0^{\circ} \text{ C} = 1.293 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{kerosene}} = 0.815 \times 1.293$$

$$= 1.0538 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu_{\text{kerosene}} \text{ pada suhu } 100^{\circ} \text{ F} = 1.4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

didapat dari buku 'Process Heat transfer' Donald G.Kern gambar 14 hal 823

$$\begin{aligned} \text{Re} &= \frac{\rho V D}{\mu} \\ &= \frac{1.0538 \times 19.37 \times 0.1999}{1.4 \times 10^{-3}} \end{aligned}$$

= 2914.56 > 2300, maka jenis aliran yang melewati pipa tersebut adalah

jenis aliran turbulen

$$\begin{aligned} f &= 0.02 + \frac{0.0005}{\text{Ds}} \\ &= 0.02 + \frac{0.0005}{0.1999} \\ &= 0.0225 \end{aligned}$$

♦ Kerugian tekanan (ΔP)

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

K = koefisien tahanan

$$\begin{aligned} &= \text{high velocity vent} + 4 \text{ gate valve} + 2 \times 90^\circ \text{ bending} + \text{suction} + \text{reducer} \\ &= 4.9 + 4 \times 0.16 + 2 \times 1.36 + 0.3 + 0.35 \\ &= 8.91 \end{aligned}$$

koefisien tahanan didapat dari buku 'Mekanika Fluida' Frank M. White tabel 6.5 hal 335.

H_s = tinggi bukaan pipa ventilasi dari upper deck

$$= 2 \text{ m}$$

dari rumus (3.2) untuk menghitung kerugian tekanan yang terjadi.

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

l = panjang pipa yang direncanakan untuk slop tank, tangki muatan 5 dan tangki muatan 4 adalah 51 m. (lihat pada lampiran)

$$\begin{aligned}\Delta P &= \left[(0.0225 \frac{51}{0.1999} + 8.91) \frac{19.37^2}{2 \cdot 9.8} + 2 \right] 1.0538 \\ &= 297.643 \text{ kg/m}^2 \\ &= 0.0298 \text{ kg/cm}^2 < 0.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ (memenuhi)}\end{aligned}$$

IV.2.4. Perhitungan Pipa Ventilasi untuk tangki muatan 3, tangki muatan 2 dan tangki muatan 1 bagian sebelah kiri kapal (P).

♦ Dari rumus (3.3) untuk menghitung kapasitas vent (Q)

$$\begin{aligned}Q &= 1.25 QL & QL &= \text{kapasitas loading} \\ &= 1.25 \cdot 1750 & &= 1750 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (pelabuhan dumi, Pertamina)} \\ &= 2187.5 \text{ m}^3/\text{h}\end{aligned}$$

♦ Dengan menggunakan rumus (3.4) kecepatan uap (V)

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2 \cdot 3600} < 20 \text{ m/sec}$$

Dari tabel pipa standard JIS, didapat pipa yang memenuhi persamaan diatas adalah :

$$D = 0.1999 \text{ m (STPG 38 SCH 40 200 A)}$$

$$\begin{aligned}V &= \frac{4 \cdot 2187.5}{\pi (0.1999)^2 \cdot 3600} \\ &= 19.37 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s}\end{aligned}$$

♦ Koefisien gesek (f)

Koefisien gesek (f) ditentukan oleh jenis aliran yang melalui pipa ventilasi, jenis aliran diketahui dari bilangan reynoldnya, dengan menggunakan rumus (4.1) atau (4.2).

$$Re = \frac{VD}{\nu} \text{ atau } Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Dimana :

V = kecepatan uap (m/s)

D = diameter dalam pipa (m)

ν = viskositas kinematik (kg/m.s)

μ = viskositas dinamik/absolut (Kg/m.s)

ρ = densitas (Kg/m³)

sedangkan densitas uap muatan dapat dicari dengan menggunakan rumus (4.3).

$$\rho_{\text{uap kerosene}} = s g \times \rho_{\text{udara kering}}$$

$$s g \text{ kerosene pada suhu } 100^{\circ} F = 0.815$$

didapat dari buku 'Process Heat Transfer' Donald G.Kern gambar 6 hal 809

$$\rho_{\text{udara kering pada suhu } 0^{\circ} C} = 1.293 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{kerosene}} = 0.815 \times 1.293$$

$$= 1.0538 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu_{\text{kerosene pada suhu } 100^{\circ} F} = 1.4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

didapat dari buku 'Process Heat transfer' Donald G.Kern gambar 14 hal 823

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$= \frac{1.0538 \times 19.37 \times 0.1999}{1.4 \times 10^{-3}}$$

= 2914.56 > 2300, maka jenis aliran yang melewati pipa tersebut adalah

jenis aliran turbulen

$$f = 0.02 + \frac{0.0005}{D_s}$$

$$= 0.02 + \frac{0.0005}{0.1999}$$

$$= 0.0225$$

♦ Kerugian tekanan (ΔP)

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

K = koefisien tahanan

= high velocity vent + 4 gate valve + 2 x 90° bending + suction + reducer

$$= 4.9 + 4 \times 0.16 + 2 \times 1.36 + 0.3 + 0.35$$

$$= 8.91$$

koefisien tahanan didapat dari buku 'Mekanika Fluida' Frank M. White tabel 6.5 hal 335.

Hs = tinggi bukaan pipa ventilasi dari upper deck

$$= 2 \text{ m}$$

dari rumus (3.2) untuk menghitung kerugian tekanan yang terjadi.

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

l = panjang pipa yang direncanakan untuk tangki muatan 3, tangki muatan 2 dan tangki muatan 1 adalah 54 m. (lihat pada lampiran)

$$\begin{aligned}\Delta P &= \left[(0.0225 \frac{54}{0.1999} + 8.91) \frac{19.37^2}{29.8} + 2 \right] 1.0538 \\ &= 304.454 \text{ kg/m}^2 \\ &= 0.0304 \text{ kg/cm}^2 < 0.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ (memenuhi)}\end{aligned}$$

IV.3. Perhitungan dengan Menggunakan Jenis Muatan crude oil.

IV.3.1. Perhitungan pipa untuk slop tank, tangki muatan 5 dan tangki muatan 4 bagian sebelah kiri kapal (P).

- ♦ Untuk menghitung kapasitas vent (Q), kita menggunakan rumus (3.3) yaitu

$$\begin{aligned}Q &= 1.25 QL & QL &= \text{kapasitas loading} \\ &= 1.25 1750 & &= 1750 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (pelabuhan dumai, Pertamina)} \\ &= 2187.5 \text{ m}^3/\text{h}\end{aligned}$$

- ♦ Dengan menggunakan rumus (3.4), kita menentukan kecepatan uap (V)

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2 3600} < 20 \text{ m/sec}$$

Dari tabel pipa standard JIS, didapat pipa yang memenuhi persamaan diatas adalah :

$$D = 0.1999 \text{ m (STPG 38 SCH 40 200 A)}$$

$$\begin{aligned}V &= \frac{4.2187.5}{\pi (0.1999)^2 3600} \\ &= 19.37 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s}\end{aligned}$$

♦ Koefisien gesek (f)

Koefisien gesek (f) ditentukan oleh jenis aliran yang melalui pipa ventilasi, jenis aliran diketahui dari bilangan reynoldnya, yaitu dengan menggunakan rumus (4.1) atau (4.2).

$$Re = \frac{VD}{\nu} \text{ atau } Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Dimana :

V = kecepatan uap (m/s)

D = diameter dalam pipa (m)

ν = viskositas kinematik (kg/m.s)

μ = viskositas dinamik/absolut (Kg/m.s)

ρ = densitas (Kg/m³)

sedangkan densitas uap muatan dapat dicari dengan menggunakan rumus (4.3).

$$\rho_{\text{uap crude oil}} = s_g \times \rho_{\text{udara kering}}$$

$$s_g \text{ crude oil pada suhu } 100^\circ \text{ F} = 1.003$$

didapat dari buku 'Process Heat Transfer' Donald G.Kern gambar 6 hal 809

$$\rho_{\text{udara}} \text{ pada suhu } 0^\circ \text{ C} = 1.293 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{crude oil}} = 1.003 \times 1.293$$

$$= 1.297 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu_{\text{crude oil}} \text{ pada suhu } 100^\circ \text{ F} = 0.72 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

didapat dari buku 'Process Heat transfer' Donald G.Kern gambar 14 hal 823

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$= \frac{1.297 \times 19.37 \times 0.1999}{0.72 \times 10^{-3}}$$

= 6975.1 > 2300, maka jenis aliran yang melalui pipa tersebut adalah jenis aliran turbulen

$$f = 0.02 + \frac{0.0005}{D_s}$$

$$= 0.02 + \frac{0.0005}{0.1999}$$

$$= 0.0225$$

♦ Kerugian tekanan (ΔP)

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

K = koefisien tahanan

= high velocity vent + 4 gate valve + 2 x 90° bending + suction + reducer

$$= 4.9 + 4 \times 0.16 + 2 \times 1.36 + 0.3 + 0.35$$

$$= 8.91$$

koefisien tahanan didapat dari buku 'Mekanika Fluida' Frank M. White tabel 6.5 hal 335.

Hs = tinggi bukaan pipa ventilasi dari upper deck

$$= 2 \text{ m}$$

dari rumus (3.2) untuk menghitung kerugian tekanan yang terjadi.

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

l = panjang pipa yang direncanakan untuk slop tank, tangki muatan 5 dan tangki muatan 4 adalah 51 m. (lihat pada lampiran)

$$\begin{aligned}\Delta P &= \left[(0.0225 \frac{51}{0.1999} + 8.91) \frac{19.37^2}{2 \cdot 9.8} + 2 \right] 1.297 \\ &= 385.338 \text{ kg/m}^2 \\ &= 0.0385 \text{ kg/cm}^2 < 0.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ (memenuhi)}\end{aligned}$$

IV.3.2. Perhitungan pipa ventilasi untuk tangki muatan 3, tangki muatan 2 dan tangki muatan 1 bagian sebelah kiri kapal (P).

♦ Kapasitas vent (Q)

$$\begin{aligned}Q &= 1.25 QL & QL &= \text{kapasitas loading} \\ &= 1.25 \cdot 1750 & &= 1750 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (pelabuhan dumai, Pertamina)} \\ &= 2187.5 \text{ m}^3/\text{h}\end{aligned}$$

♦ Dengan menggunakan rumus (3.4), kita menentukan kecepatan uap (V)

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2 \cdot 3600} < 20 \text{ m/sec}$$

Dari tabel pipa standard JIS, didapat pipa yang memenuhi persamaan diatas adalah :

$$D = 0.1999 \text{ m (STPG 38 SCH 40 200 A)}$$

$$\begin{aligned}V &= \frac{4 \cdot 2187.5}{\pi (0.1999)^2 \cdot 3600} \\ &= 19.37 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s}\end{aligned}$$

♦ Koefisien gesek (f)

Koefisien gesek (f) ditentukan oleh jenis aliran yang melalui pipa ventilasi, jenis aliran diketahui dari bilangan reynoldnya, yaitu dengan menggunakan rumus (4.1) atau (4.2).

$$Re = \frac{VD}{\nu} \text{ atau } Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Dimana :

V = kecepatan uap (m/s)

D = diameter dalam pipa (m)

ν = viskositas kinematik (kg/m.s)

μ = viskositas dinamik/absolut (Kg/m.s)

ρ = densitas (Kg/m³)

sedangkan densitas uap muatan dapat dicari dengan menggunakan rumus (4.3).

$$\rho_{\text{uap crude oil}} = s_g \times \rho_{\text{udara kering}}$$

$$s_g \text{ crude oil pada suhu } 100^{\circ} \text{ F} = 1.003$$

didapat dari buku 'Process Heat Transfer' Donald G.Kern gambar 6 hal 809

$$\rho_{\text{udara}} \text{ pada suhu } 0^{\circ} \text{ C} = 1.293 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{crude oil}} = 1.003 \times 1.293$$

$$= 1.297 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu_{\text{crude oil}} \text{ pada suhu } 100^{\circ} \text{ F} = 0.72 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

didapat dari buku 'Process Heat transfer' Donald G.Kern gambar 14 hal 823

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$= \frac{1.297 \times 19.37 \times 0.1999}{0.72 \times 10^{-3}}$$

= 6975.1 > 2300, maka jenis aliran yang melalui pipa tersebut adalah jenis aliran turbulen

$$f = 0.02 + \frac{0.0005}{D_s}$$

$$= 0.02 + \frac{0.0005}{0.1999}$$

$$= 0.0225$$

♦ Kerugian tekanan (ΔP)

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

K = koefisien tahanan

= high velocity vent + 4 gate valve + 2 x 90° bending + suction + reducer

$$= 4.9 + 4 \times 0.16 + 2 \times 1.36 + 0.3 + 0.35$$

$$= 8.91$$

koefisien tahanan didapat dari buku 'Mekanika Fluida' Frank M. White tabel 6.5 hal 335.

Hs = tinggi bukaan pipa ventilasi dari upper deck

$$= 2 \text{ m}$$

dari rumus (3.2) untuk menghitung kerugian tekanan yang terjadi.

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

ℓ = panjang pipa yang direncanakan untuk tangki muatan 3, tangki muatan 2 dan tangki muatan 1 adalah 54 m. (lihat pada lampiran)

$$\begin{aligned}\Delta P &= \left[(0.0225 \frac{54}{0.1999} + 8.91) \frac{19.37^2}{29.8} + 2 \right] 1.297 \\ &= 374.718 \text{ kg/m}^2 \\ &= 0.03375 \text{ kg/cm}^2 < 0.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ (memenuhi)}\end{aligned}$$

IV.1.3. Perhitungan pipa ventilasi untuk slop tank, tangki muatan 5 dan tangki muatan 4 bagian sebelah kanan kapal (S)

♦ Kapasitas vent (Q)

$$\begin{aligned}Q &= 1.25 \text{ QL} & \text{QL} &= \text{kapasitas loading} \\ &= 1.25 \cdot 1750 & &= 1750 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 2187.5 \text{ m}^3/\text{h}\end{aligned}$$

♦ Kecepatan uap (V)

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2 3600} < 20 \text{ m/sec}$$

Dari tabel pipa standard JIS, didapat pipa yang memenuhi persamaan diatas adalah :

$$D = 0.1999 \text{ m (STPG 38 SCH 40 200 A)}$$

$$\begin{aligned}V &= \frac{4 \cdot 2187.5}{\pi (0.1999)^2 3600} \\ &= 19.37 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s}\end{aligned}$$

♦ Koefisien gesek (f)

Koefisien gesek (f) ditentukan oleh jenis aliran yang melalui pipa ventilasi, jenis aliran diketahui dari bilangan reynoldnya.

$$Re = \frac{VD}{\nu} \text{ atau } Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Dimana :

V = kecepatan uap (m/s)

D = diameter dalam pipa (m)

ν = viskositas kinematik (kg/m.s)

μ = viskositas dinamik/absolut (Kg/m.s)

ρ = densitas (Kg/m³)

$$\rho_{\text{crude oil}} = s_g \times \rho_{\text{udara kering}}$$

$$s_g \text{ crude oil pada suhu } 100^\circ \text{ F} = 1.003$$

didapat dari buku 'Process Heat Transfer' Donald G.Kern gambar 6 hal 809

$$\rho_{\text{udara kering pada suhu } 0^\circ \text{ C}} = 1.293 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{crude oil}} = 1.003 \times 1.293$$

$$= 1.297 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu_{\text{crude oil pada suhu } 100^\circ \text{ F}} = 0.72 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

didapat dari buku 'Process Heat transfer' Donald G.Kern gambar 14 hal 823

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$= \frac{1.297 \cdot 19.37 \times 0.1999}{0.72 \cdot 10^{-3}}$$

= 6975,1 > 2300, maka jenis aliran yang melewati pipa tersebut adalah jenis aliran turbulen

$$f = 0.02 + \frac{0.0005}{D_s}$$

$$= 0.02 + \frac{0.0005}{0.1999}$$

$$= 0.0225$$

♦ Kerugian tekanan (ΔP)

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

K = koefisien tahanan

$$= \text{high velocity vent} + 4 \text{ gate valve} + 2 \times 90^\circ \text{ bending} + \text{suction} + \text{reducer}$$

$$= 4.9 + 4 \times 0.16 + 2 \times 1.36 + 0.3 + 0.35$$

$$= 8.91$$

koefisien tahanan didapat dari buku 'Mekanika Fluida' Frank M. White tabel 6.5 hal 335.

H_s = tinggi bukaan pipa ventilasi dari upper deck

$$= 2 \text{ m}$$

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

ℓ = panjang pipa yang direncanakan untuk slop tank, tangki muatan 5 dan tangki muatan 4 adalah 51 m. (lihat lampiran)

$$\Delta P = \left[\left(0.0225 \frac{51}{0.1999} + 8.91 \right) \frac{19.37^2}{2 \times 9.8} + 2 \right] 1.297$$

$$= 385.338 \text{ kg/m}^2$$

$$= 0.0385 \text{ kg/cm}^2 < 0.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

IV.3.4. Perhitungan pipa ventilasi untuk tangki muatan 3, tangki muatan 2 dan tangki muatan 1 bagian sebelah kiri kapal (P).

♦ Kapasitas vent (Q)

$$\begin{aligned} Q &= 1.25 \text{ QL} & \text{QL} &= \text{kapasitas loading} \\ &= 1.25 \cdot 1750 & &= 1750 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 2187.5 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

♦ Kecepatan uap (V)

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2 3600} < 20 \text{ m/sec}$$

Dari tabel pipa standard JIS, didapat pipa yang memenuhi persamaan diatas adalah :

$$D = 0.1999 \text{ m (STPG 38 SCH 40 200 A)}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{4 \cdot 2187.5}{\pi (0.1999)^2 3600} \\ &= 19.37 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s} \end{aligned}$$

♦ Koefisien gesek (f)

Koefisien gesek (f) ditentukan oleh jenis aliran yang melalui pipa ventilasi, jenis aliran diketahui dari bilangan reynoldnya.

$$\text{Re} = \frac{VD}{\nu} \text{ atau } \text{Re} = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Dimana :

V = kecepatan uap (m/s)

D = diameter dalam pipa (m)

ν = viskositas kinematik (kg/m.s)

μ = viskositas dinamik/absolut (Kg/m.s)

ρ = densitas (Kg/m³)

$\rho_{\text{crude oil}} = S_g \times \rho_{\text{udara kering}}$

S_g crude oil pada suhu 100⁰ F = 1.003

didapat dari buku 'Process Heat Transfer' Donald G.Kern gambar 6 hal 809

$\rho_{\text{udara kering}}$ pada suhu 0⁰ C = 1.293 Kg/m³

$\rho_{\text{crude oil}} = 1.003 \times 1.293$

= 1.297 kg/m³

$\mu_{\text{crude oil}}$ pada suhu 100⁰ F = 0.72 10⁻³ kg/m.s

didapat dari buku 'Process Heat transfer' Donald G.Kern gambar 14 hal 823

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$= \frac{1.297 \times 19.37 \times 0.1999}{0.72 \times 10^{-3}}$$

= 6975.1 > 2300, maka jenis aliran yang melewati pipa tersebut adalah

jenis aliran turbulen

$$f = 0.02 + \frac{0.0005}{D_s}$$

$$= 0.02 + \frac{0.0005}{0.1999}$$

$$= 0.0225$$

♦ Kerugian tekanan (ΔP)

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

K = koefisien tahanan

$$= \text{high velocity vent} + 4 \text{ gate valve} + 2 \times 90^\circ \text{ bending} + \text{suction} + \text{reducer}$$

$$= 4.9 + 4 \times 0.16 + 2 \times 1.36 + 0.3 + 0.35$$

$$= 8.91$$

koefisien tahanan didapat dari buku 'Mekanika Fluida' Frank M. White tabel 6.5 hal 335.

H_s = tinggi bukaan pipa ventilasi dari upper deck

$$= 2 \text{ m}$$

$$\Delta P = \left[\left(f \frac{\ell}{D} + \sum K \right) \frac{V^2}{2g} + H_s \right] \rho$$

ℓ = panjang pipa yang direncanakan untuk tangki muatan 3, tangki muatan 2 dan tangki muatan 1 adalah 54 m. (lihat lampiran)

$$\Delta P = \left[\left(0.0225 \frac{54}{0.1999} + 8.91 \right) \frac{19.37^2}{2 \times 9.8} + 2 \right] 1.297$$

$$= 374.718 \text{ kg/m}^2$$

$$= 0.0375 \text{ kg/cm}^2 < 0.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

IV.3. Analisa penggunaan dua jenis muatan :

- ♦ Perancangan sistem ventilasi ini (*common line venting system*) menggunakan dua jenis muatan yaitu: crude oil dan product oil (kerosene dan gasoline), yang

artinya sistem ventilasi tersebut dapat memenuhi kebutuhan sirkulasi udara yang dibutuhkan selama pelayaran, pada saat bongkar muat dan pada saat operasi gas freeing, apabila membawa salah satu dari jenis muatan tersebut, serta menjaga keamanan dan keselamatan kapal tanker dari bahaya kebakaran yang dapat terjadi.

	Crude oil	Kerosene	Gasoline
Densitas (ρ)	1.297 kg/m ³	1.0538 kg/m ³	0.944 kg/m ³
Kapasitas vent (Q)	< 20 m/s	< 20 m/s	< 20 m/s
Bil Reynold (Re)	6975.1	2914.56	7310.455
Kapasitas loading (QL)	1750 m ³ /h	1750 m ³ /h	1750 m ³ /h
Diameter pipa	0.1999 m	0.1999 m	0.1999 m

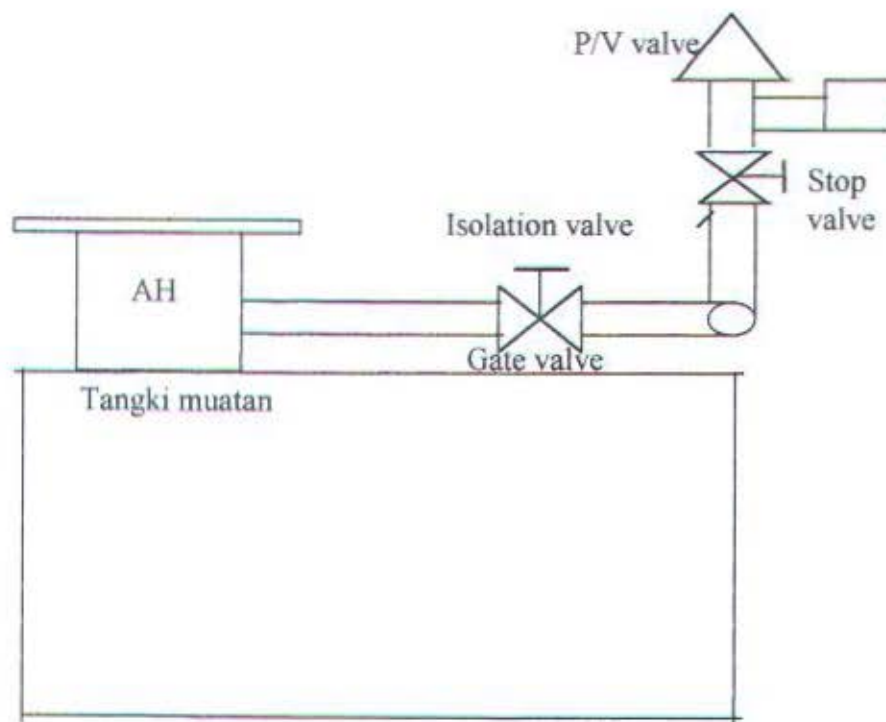
- ◆ Pada perancangan common line venting system ini, perhitungan dengan menggunakan muatan yang berbeda yaitu crude oil, kerosene dan gasoline, dengan segala karakteristiknya tidak berpengaruh pada diameter pipa yang harus digunakan sebagai pipa ventilasi. Diameter pipa ventilasi dipengaruhi oleh kecepatan uap yang melewati pipa ventilasi tersebut, yang telah disyaratkan oleh klasifikasi serta kapasitas loading dari pelabuhan milik Pertamina yang akan dipakai kapal tanker tersebut untuk pengisian muatan (*loading*).

IV.4. Analisa Perbandingan Dua Jenis Sistem Ventilasi pada Kapal Tanker

- ✓ Apabila membawa jenis muatan yang mudah menguap, independent line venting system rasanya kurang cukup untuk membuang banyak uap yang dikeluarkan dari tangki muatan secara cepat atau pada saat pengisian muatan (*loading*), perbedaan tekanan yang sangat besar terjadi sehingga membutuhkan sistem ventilasi yang cukup untuk mengeluarkan udara dan campuran gas yang ada pada tangki muatan secara cepat, sedangkan untuk common line venting system apabila muatan yang dibawa mudah menguap atau pada saat pengisian muatan (*loading*) perbedaan tekanan yang besar terjadi, maka sistem ini dapat lebih mengendalikan keluarnya campuran gas dan udara secara merata keseluruh tangki sebelum dikeluarkan dari tangki muatan, dikarenakan pada saat loading, pengisian muatan tidak dimasukkan langsung keseluruh tangki muatan.
- ✓ Dari segi keselamatannya, diperlukannya katup isolasi (gate valve) pada tiap-tiap keluaran tangki muatan untuk mencegah kebakaran yang lebih meluas yang diakibatkan oleh kebakaran salah satu tangki muatan. {disyaratkan oleh klasifikasi (LR rules 5.15.4.1.4)} dan pada common line venting system diperlukan katup isolasi untuk kemungkinan terkontaminasinya tangki muatan apabila membawa dua jenis muatan yang berbeda.
- ✓ Diperlukannya stop valve pada P/V valve yang harus dilengkapi dengan perencanaan penguncian yang berada dibawah kontrol dan tanggung jawab dari petugas kapal, digunakan pada saat campuran gas dan udara yang akan

keluar dari tangki muatan tidak dapat keluar yang diakibatkan oleh rusaknya

P/V valve sehingga katup dapat dibuka secara manual.



AH : Access Hatch

BAB V

KESIMPULAN

Dari hasil analisa, yang telah kita jabarkan pada bab terdahulu, maka kesimpulan yang didapat dalam merencanakan common line venting system pada kapal tanker 17500 LT DWT ini adalah :

- Perencanaan common line venting system dengan memakai jenis muatan yang berbeda yaitu; crude oil, gasoline dan kerosene dengan segala sifat karakteristiknya, tidak berpengaruh pada diameter pipa yang digunakan sebagai pipa ventilasi pada sistem ventilasi ini. Hal yang mempengaruhi diameter pipa ventilasi adalah kecepatan uap yang melewati pipa ventilasi dan kapasitas loading dari pelabuhan yang dipakai Pertamina sebagai tempat pengisian muatan pada kapal tanker 17500 LT DWT ini.
- Common line venting system lebih bisa mengendalikan keluarnya campuran udara dan gas secara merata keseluruh tangki muatan yang dihubungkan dalam satu P/V valve, sebelum dikeluarkan dari tangki muatan melalui katup tersebut.
- Diperlukannya katup isolasi (*gate valve*) pada tiap – tiap tangki muatan, untuk mencegah kebakaran yang lebih meluas, yang diakibatkan oleh kebakaran pada salah satu tangki muatan ke tangki muatan yang lain (*LR rules 5.15.4.1.4*) sedangkan pada common line venting system diperlukan katup

isolasi untuk kemungkinan terkontaminasinya tangki muatan apabila membawa dua jenis muatan yang berbeda.

- Diperlukannya stop valve pada P/V valve yang harus dilengkapi dengan perencanaan penguncian yang berada dibawah kontrol dan tanggung jawab dari petugas kapal, digunakan pada saat campuran gas dan udara yang akan keluar dari tangki muatan tidak dapat keluar yang diakibatkan oleh rusaknya P/V valve sehingga dapat dibuka secara manual.
- Pada kapal tanker yang menggunakan common line venting system diusahakan untuk tidak membawa dua jenis muatan yang berbeda dalam satu kali pelayaran.

Daftar Pustaka

1. Captain C.Baptist, "Tanker handbook for Deck Officer", 1975 brown son & ferguson,ltd.glasgow.
2. J.crawford,C.eng., F.I.Mar.E, "Marine and Offshore Pumping and Piping System". BUTTERWORTHS
3. Biro Klasifikasi Indonesia, volume III 1988 section 15 " Special Rules for Tankers".
4. J.crawford,C.eng., F.I.Mar.E., "A Guide to Pumping and Piping Arrangements" Lloyd's register of shipping.
5. B.W.Oxford,C Eng, "Inert gas and venting system". Lloyd's register of shipping.
6. Frank M.White, "Mekanika Fluida", Erlangga 1988.
7. Sv.Aa.Harvald, "Tahanan dan Propulsi Kapal", Airlangga University Press 1992.
8. Donald G.Kern, "Process Heat Transfer", Mc Graw – Hill Book Company, 1988.
9. Harrington R.L, "Marine Engineering" The Society of Naval Architech and Marine Engineering,USA,1992.
10. Mohd.Ridwan, "Inert gas System", Laporan Kerja Praktek di PT.MAXUS, 1996.
11. Victor L.Streeter & E.Benjamin Wylie, Mekanika Fluida, Erlangga 1992.



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

Kampus ITS Sukohilo 60111 Telp 5948757 & 5947274 Pes.261-262 Telex 34224 Fax 5947254

TUGAS AKHIR (NE.1701)

Nama : Bonang Bimantyo
Nomor Pokok : 4293.100.026
Dosen Pembimbing : Ir.Ketut Buda Artana, Msc.
Tanggal diberikan tugas : 14 Agustus 1998
Tanggal diselesaikan tugas : 8 februari 1999

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN COMMON LINE VENTING SYSTEM PADA
KAPAL TANKER BERBOBOT 17500 LT DWT.

Surabaya, 8 - Feb -1999

Dosen Pembimbing

Mahasiswa

Ketua Jurusan


Ir. Ketut Buda Artana, Msc

NIP. 132 125 668


Bonang Bimantyo

NRP.4293.100.026


DR. Ir. A. A. Masroeri, MEng.

NIP. 131 407 591



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
TELEPON: (031)5947274, 5947274 PSW 262, FAXIMILE : (031)5947254

LAPORAN KEMAJUAN TUGAS AKHIR
NE 1701

Nama : BONANG BIMANTYO NRP : 4294100026
Tahap : SARJANA Tahun Kuliah : 1998 / 1999

No	KEMAJUAN TUGAS	TANDA TANGAN
1	BAB I	
2	BAB II	
3	Revisi	
4	Revisi	
5	Revisi	
6	BAB III	
7	Revisi	
8	Revisi	
9	BAB IV	
10	Revisi	
11	BAB V	
12	gambar	
13	Revisi	

MAHASISWA

DOSEN PEMBIMBING

BONANG BIMANTYO

Ir. KETUT BUDA ARTANA, M.Sc.

[illegible]

Viscosities of Liquids*
Coordinates to be used with Fig. 14

Liquid	X	Y	Liquid	X	Y
Acetaldehyde	15.2	4.8	Freon-21	15.7	7.5
Acetic acid, 100%	12.1	14.2	Freon-22	17.2	4.7
Acetic acid, 70%	9.5	17.0	Freon-113	12.5	11.4
Acetic anhydride	12.7	12.8	Freon-114	14.6	8.3
Acetone, 100%	14.5	7.2	Glycerol, 100%	2.0	30.0
Acetone, 35%	7.9	15.0	Glycerol, 50%	6.9	19.6
Allyl alcohol	10.2	14.3	Heptane	11.1	8.4
Ammonia, 100%	12.6	2.0	Hexane	14.7	7.0
Ammonia, 26%	10.1	13.9	Hydrochloric acid, 31.5%	13.0	16.6
Amyl acetate	11.8	1.5	Isobutyl alcohol	7.1	18.0
Amyl alcohol	7.5	18.4	Isobutyric acid	12.2	14.4
Aniline	8.1	18.7	Isopropyl alcohol	8.2	16.0
Anisole	12.3	13.5	Mercury	18.4	15.4
Arsenic trichloride	13.9	14.8	Methanol, 100%	12.4	10.5
Benzene	12.5	10.9	Methanol, 90%	12.3	11.8
Brine, CaCl ₂ , 25%	6.6	15.9	Methanol, 45%	7.8	15.5
Brine, NaCl, 25%	10.2	16.6	Methyl acetate	14.2	8.2
Bromine	14.2	13.2	Methyl chloride	15.0	3.8
Bromotoluene	29.0	15.9	Methyl ethyl ketone	13.4	8.6
n-Butane	15.3	3.3	Naphthalene	7.9	18.1
Isobutane	14.5	3.7	Nitric acid, 95%	12.8	13.8
Butyl acetate	12.3	11.0	Nitric acid, 60%	10.8	17.0
Butyl alcohol	8.6	17.2	Nitrobenzene	10.5	16.2
Butyric acid	12.1	15.3	Nitrotoluene	11.0	17.0
Carbon dioxide	11.6	0.3	Octane	13.7	10.0
Carbon disulfide	16.1	7.5	Octyl alcohol	6.6	21.1
Carbon tetrachloride	12.7	13.1	Pentachloroethane	10.9	17.3
Chlorobenzene	12.3	12.4	Pentane	14.9	5.2
Chloroform	14.4	10.2	Phenol	6.9	20.8
Chlorosulfonic acid	11.2	18.1	Phosphorus tribromide	13.8	16.7
Chlorotoluene, ortho	13.0	13.3	Phosphorus trichloride	16.2	10.9
Chlorotoluene, meta	13.3	12.5	Propane	15.3	1.0
Chlorotoluene, para	13.3	12.5	Propionic acid	12.8	13.8
Cresol, meta	2.5	20.8	Propyl alcohol	9.1	16.5
Cyclohexanol	2.9	24.3	Propyl bromide	14.5	9.6
Dibromomethane	12.7	15.8	Propyl chloride	14.4	7.5
Dichloromethane	13.2	12.2	Propyl iodide	14.1	11.6
Dichloromethane	14.6	8.9	Sodium	16.4	13.9
Diethyl oxalate	11.0	16.4	Sodium hydroxide, 50%	3.2	25.8
Dimethyl oxalate	12.3	15.6	Stannic chloride	13.5	12.8
Diphenyl	12.0	18.3	Sulfur dioxide	15.2	7.1
Dipropyl oxalate	10.3	17.7	Sulfuric acid, 110%	7.2	27.4
Ethyl acetate	13.7	9.1	Sulfuric acid, 98%	7.0	24.8
Ethyl alcohol, 100%	10.5	13.8	Sulfuric acid, 60%	10.2	21.3
Ethyl alcohol, 95%	9.8	14.3	Sulfuryl chloride	15.2	12.4
Ethyl alcohol, 40%	8.5	16.6	Tetrachloroethane	11.9	15.7
Ethyl benzene	13.2	11.5	Tetrachloroethylene	14.2	12.7
Ethyl bromide	14.5	8.1	Titanium tetrachloride	14.4	12.3
Ethyl chloride	14.8	6.0	Toluene	13.7	10.4
Ethyl ether	14.5	5.3	Trichloroethylene	14.8	10.5
Ethyl formate	14.2	8.4	Turpentine	11.5	14.9
Ethyl iodide	14.7	10.3	Vinyl acetate	14.0	8.8
Ethylene glycol	6.0	23.6	Water	10.2	13.0
Formic acid	10.7	15.8	Xylene, ortho	13.5	12.1
Freon-11	14.4	9.0	Xylene, meta	13.9	10.6
Freon-12	16.8	5.6	Xylene, para	13.9	10.9

* From Perry, J. H., "Chemical Engineers' Handbook," 3d ed., McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1950.

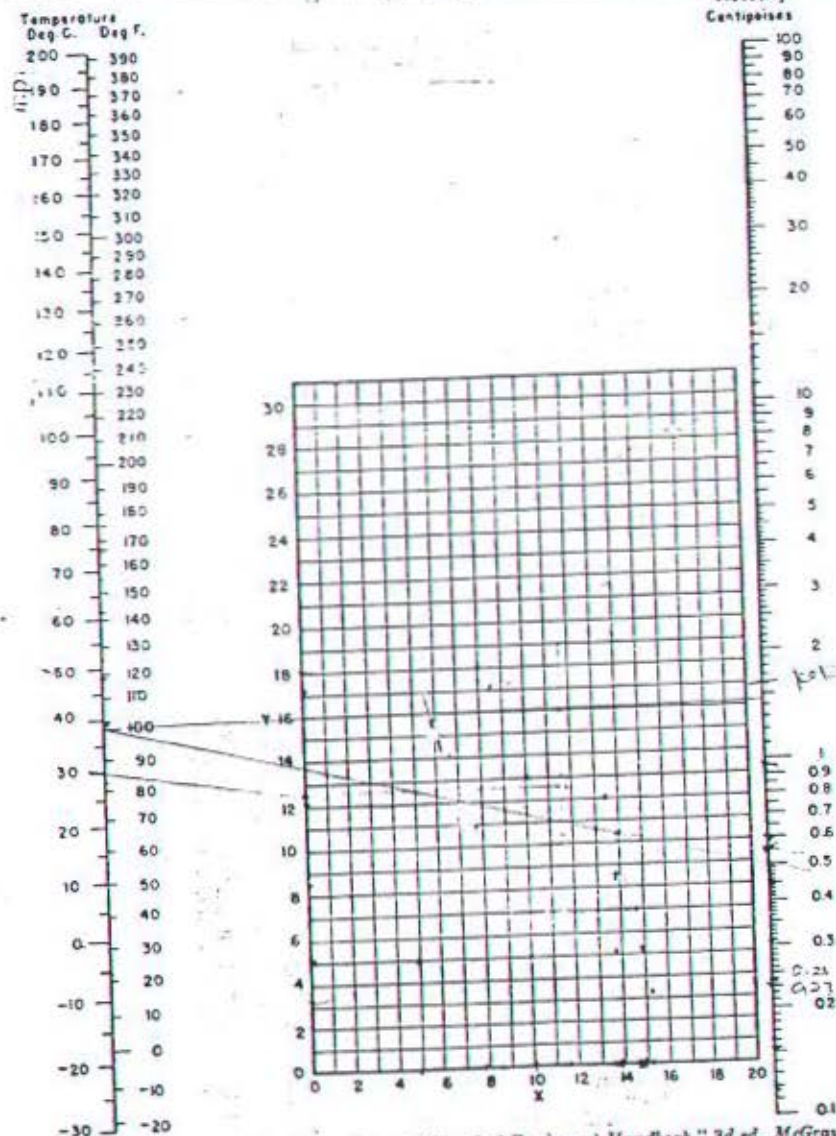


Fig. 14. Viscosities of liquids. (Perry, "Chemical Engineers' Handbook," 3d ed., McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1950.)

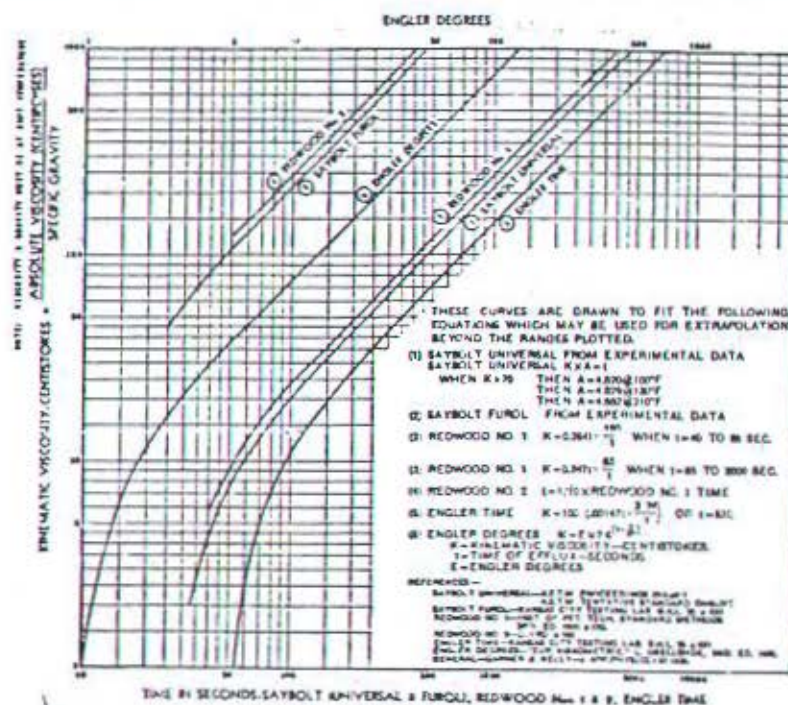
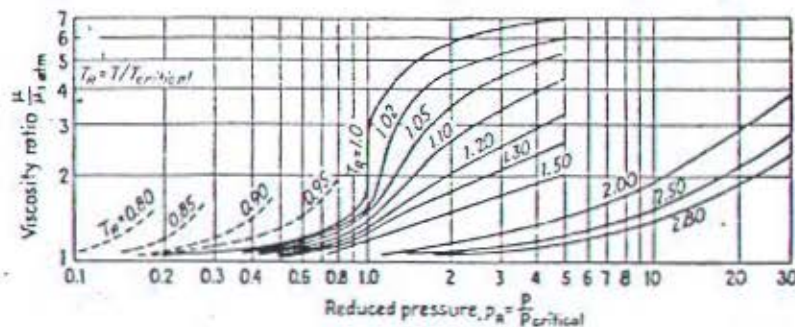


FIG. 13a. Viscosity conversion chart.

FIG. 13b. Viscosity correction chart for gases at different pressures. [Comings and Egly, *Ind. Eng. Chem.*, **32**, 715 (1940).]

VISCOSITIES OF PETROLEUM FRACTIONS

For temperature ranges employed in the text
 Coordinates to be used with Fig. 14

	X	Y
76°API natural gasoline.....	14.4	6.4
56°API gasoline.....	14.0	10.5
42°API kerosene.....	11.6	16.0
35°API distillate.....	10.0	20.0
34°API mid-continent crude.....	10.3	21.3
28°API gas oil.....	10.0	23.6

VISCOSITIES OF ANIMAL AND VEGETABLE OILS*

	Acid No.	Sp Gr., 20/4°C	X	Y
Almond.....	2.85	0.9188	6.9	25.2
Coconut.....	0.01	0.9226	6.9	26.9
Cod liver.....	.....	0.9138	7.7	27.7
Cottonseed.....	14.24	0.9187	7.0	28.0
Lard.....	3.39	0.9138	7.0	28.2
Linseed.....	3.42	0.9297	6.8	27.5
Mustard.....	.....	0.9237	7.0	28.5
Neatsfoot.....	13.35	0.9155	6.5	28.0
Olive.....	.....	0.9155	6.6	28.3
Palm kernel.....	9.0	0.9190	7.0	26.9
Perilla raw.....	1.36	0.9297	8.1	27.2
Rapeseed.....	0.34	0.9114	7.0	28.8
Sardine.....	0.57	0.9384	7.7	27.3
Soybean.....	3.50	0.9228	8.3	27.5
Sperm.....	0.80	0.8529	7.7	26.3
Sunflower.....	2.76	0.9207	7.5	27.6
Whale, refined.....	0.73	0.9227	7.5	27.5

* Based on data at 100 and 210°F of A. R. Rescorla and F. L. Carnahan, *Ind. Eng. Chem.*, **26**, 1212-1213 (1936).

VISCOSITIES OF COMMERCIAL FATTY ACIDS*

250 to 400°F

	Sp Gr. at 300°F	X	Y
Lauric.....	0.792	10.1	23.1
Oleic.....	0.799	10.0	25.2
Palmitic.....	0.786	9.2	25.9
Stearic.....	0.789	10.5	25.5

* From data of D. Q. Kern and W. Van Nostrand, *Ind. Eng. Chem.*, **41**, 2209 (1949).

PIPE TABLE

STEEL PIPE

NOMINAL DIA		OUTSIDE DIA (mm)	THICKNESS (mm)			
(mm)	(inch)		SGP	STPG38 SCH 40	STPG38 SCH 80	STPY41or SS41
6	1/8	10.5			2.4	
8	1/4	13.8			3.0	
10	3/8	17.3	2.3		3.2	
15	1/2	21.7	2.8		3.7	
20	3/4	27.2	2.8		3.9	
25	1	34.0	3.2		4.5	
32	1-1/4	42.7	3.5		4.9	
40	1-1/2	48.6	3.5		5.1	
50	2	60.5	3.8		5.5	
65	2-1/2	76.3	4.2	5.2	7.0	
80	3	89.1	4.2	5.5	7.6	
100	4	114.3	4.5	6.0	8.6	
125	5	139.8	4.5	6.6	9.5	
150	6	165.2	5.0	7.1	11.0	
200	8	216.3	5.8	8.2	12.7	
250	10	267.4	6.6	9.3		
300	12	318.5	6.9	10.3		
350	14	355.6	7.9	11.1		
400	16	406.4	7.9	12.7		6.0
500	20	508.0				6.0
550	22	558.8				6.0

SEAMLESS COPPER PIPE

NOMINAL DIA		OUTSIDE DIA (mm)	THICKNESS (mm)	NOTE: DIAMETER OF CUT PIPE SHOWS OUTSIDE DIAMETER.
(mm)	(inch)			
4	—	6	1.2	
5	—	8	1.2	
6	1/8	10	1.2	
8	1/4	14	1.2	
10	3/8	15	1.5	
12	—	18	1.5	
15	1/2	20	2.0	
20	3/4	25	2.5	

Table 11.15a Choice of minimum wall thicknesses

Piping system or position of open pipe outlets	Location								
	Tanks with same media	Tanks with disparate media	Drain lines and scupper pipes		Air, sounding and overflow pipes		Cargo holds	Machinery spaces	
			below freeboard deck or bulkhead deck	WITHOUT shutoff on ship's side	above freeboard deck	above weather deck			below weather deck
				WITH shutoff on ship's side					
Air, overflow and sounding pipes		C				C	A	A	
Scupper pipes from open deck					A				
Discharge and scupper pipes leading directly overboard	A	B	B	A ⁽¹⁾				B	A
Discharge pipes of pumps for sanitary systems				A					
Group N minimum wall thicknesses to Table 11.5 may be used for drain pipes terminating in a non-watertight sewage treatment plant.									

Table 11.15b Minimum wall thicknesses of air, overflow, sounding and sanitary pipes

Pipe O.D. [mm]	Minimum wall thickness [mm]		
	A	B	C
38 - 82,5	4,5	7,1	6,3
88,9	4,5	8	6,3
101,6 - 114,3	4,5	8	7,1
127 - 139,7	4,5	8,8	8
152,4	4,5	10	8,8
159-177,8	5	10	8,8
193,7	5,4	12,5	8,8
219,1	5,9	12,5	8,8
244,5 - 457,2	6,3	12,5	8,6

1. Scope

The following rules apply to hose assemblies in bricating oil, hydraulic, compressed air, auxiliary and water systems and to compensators in non-metallic materials.

For rubber compensators for bilge and ballast D.1.3.

Rubber compensators are not permitted in the lines of tankers.

Hose assemblies in CO₂ systems are subject to "Regulations for the Type Testing of Hoses for Carbon Dioxide (CO₂) High-Pressure Fire Extinguishing Systems".

Hose assemblies in halon systems are subject to "Regulations for the Type Testing of Hoses for Fire Extinguishing Systems".

2. Requirements

2.1 Proof must be provided that hose assemblies and compensators including their connection fittings are suitable for the intended working media, pressure and temperatures.

2.2 Hose assemblies and compensators shall be tested for the maximum allowable working pressure of the system concerned. At least 5 bar is to be considered the minimum working pressure. The bursting pressure is subject to the requirement in 2.3.

2.3 Hose assemblies and compensators shall be tested for a bursting pressure equal to at least four times the maximum permissible working pressure.

Compensators with nominal diameters of more than 100 mm are to be dimensioned for a bursting pressure at least three times the maximum working pressure.

2.4 Hose assemblies and compensators in fuel, lubricating oil, hydraulic and seawater systems shall be flame-resistant.¹⁾

3. Layout

3.1 The flexible hoses are not to be longer than required for the application. The bending radii are not less than specified by the manufacturer. Flexible hoses are to be arranged in accessible position.

3.2 The flexible hoses are to be bound or pressed at end fittings.

Water lines with working pressures ≤ 5 bar and charge air and scavenge air lines may be connected by flexible hoses by strong clips.

1) For the purpose of these Rules, a hose, or a hose provided with suitable flame protection, is considered to be "flame-resistant" if it is able at an internal pressure corresponding to the pressure (of at least 5 bar) and with a through-flowing water temperature of approximately 80°C at the hose outlet to sustain a period of at least 30 minutes at temperatures of about 800°C exposure to flames without the integrity of the hose being lost.

GAS VENTING DEVICE FOR TANKERS HIGH VELOCITY VENTING VALVE

NC-10

PAT. PENDING



Niiikura Kogyo Co., Ltd.

Head Office, Factory

(Foreign Trade Dept.) 1703, Kosugaya-cho, Sakae-ku, Yokohama

〒247 ☎(045)892-6271 TELEX : 3823-246
FAX: (045)892-6277

Tokyo Branch 2-14-18, Higashi-Gotanda, Shinagawa-ku, Tokyo

〒141 ☎(03)443-6571 FAX: (03) 443-6576

Osaka Branch Osaka-Ekimae Daisan Building, 11F, Room No.22
1-1-3, Umeda, Kita-ku, Osaka

〒530 ☎(06)345-7731 FAX: (06) 344-1620

Mihara Marine Equipments Stock Center

NO. 6479 Wada-cho, Mihara, Hiroshima Pref.

〒723 ☎(0848)62-3281 FAX: (0848)62-3532

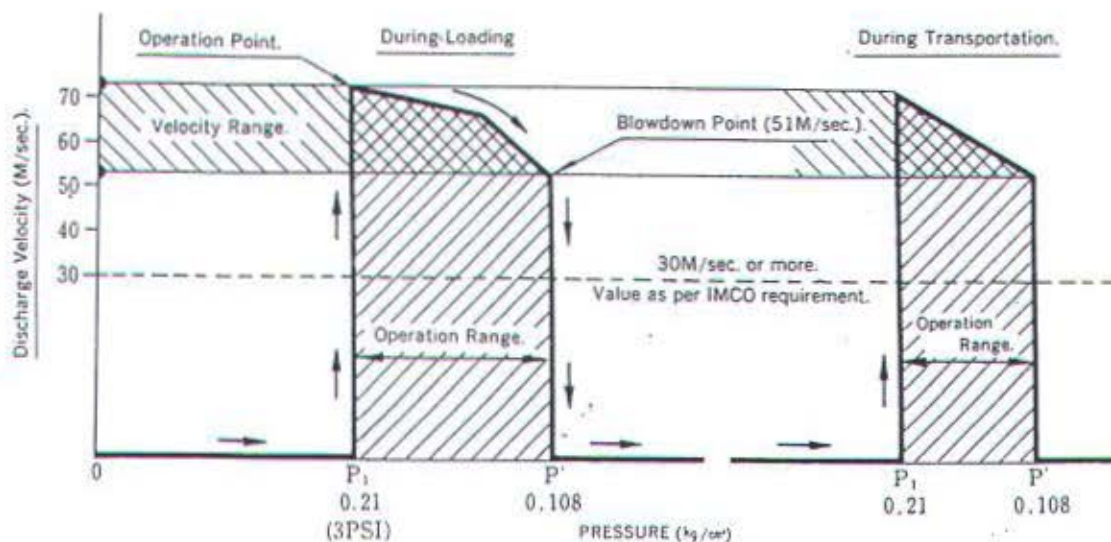
Kyushu Branch

Fuku Building, Room No. 302

Explanation on Function.

Operation Diagram.

Operation Test was duly completed in October, 1979 at the Ship Research Institute, Ministry of Transport.
(Application Acceptance No. 34)

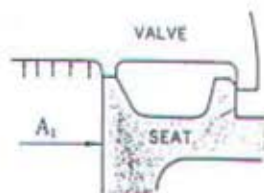


Explanation on Operation.

There is a designed difference between pre-operation pressure-subjected area (A_1) and immediately-operation pressure-subjected area (A_2) of the Valve, and this difference causes the Valve to effect instantaneous full-lift at the set pressure. When the pressure comes down to the preset value, closure is effected by the valve weight with minimum velocity of 30M/sec. before the closure.

Before Operation.

$$A_1 \times P < W$$



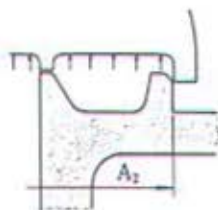
A_1 : Pressure-subjected Area prior to Operation.

P : Pressure.

W : Weight of Valve.

At the instant of start of Operation.

$$A_2 \times P_1 > W$$

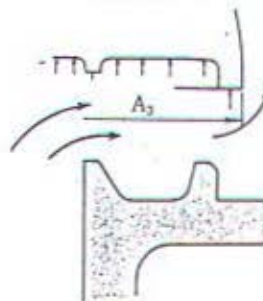


A_2 : Pressure-subjected Area at the instant of start of Operation.

P_1 : Set Pressure (Working Pressure)

During Operation.

$$A_3 \times P_1 > W$$



A_3 : Pressure-subjected Area during Operation.

Standard Type :

3PSI Setting Pressure is the Standard for application.

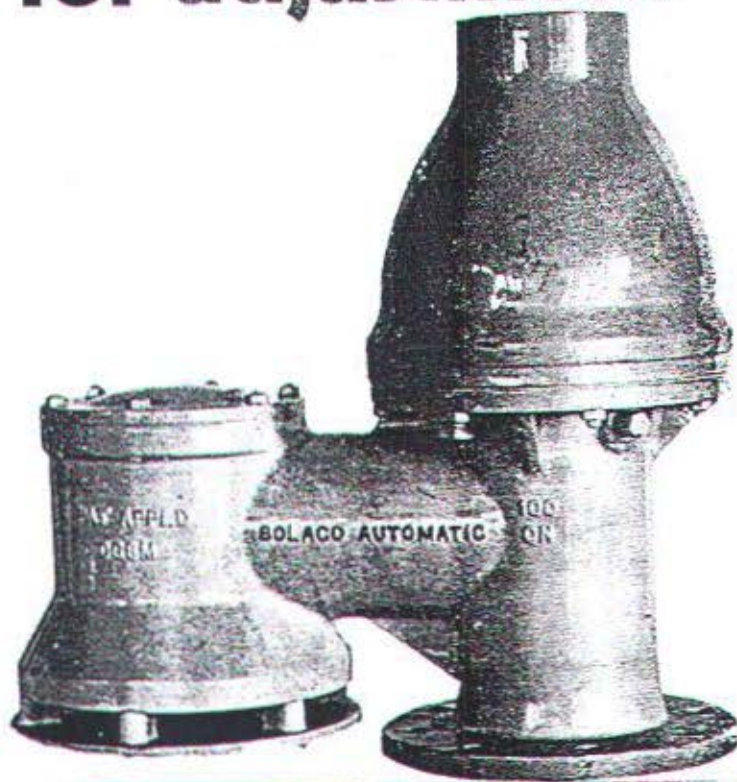
According Rule's velocity to be set at min = 30 m/sec

MODEL	OPERATION		BLOW-DOWN	
	SET PRESSURE (kg/cm²)	VELOCITY (M/sec)	PRESSURE (kg/cm²)	VELOCITY (M/sec)
3P	0.21	71	0.108	51

※ NOTE Lower Setting Pressure (Example : Set Pressure 0.14kg/cm²-2PSI, Blowdown Velocity 44M/sec.) is available on special request.

2nd m/c valves are protected by suitable devices to prevent

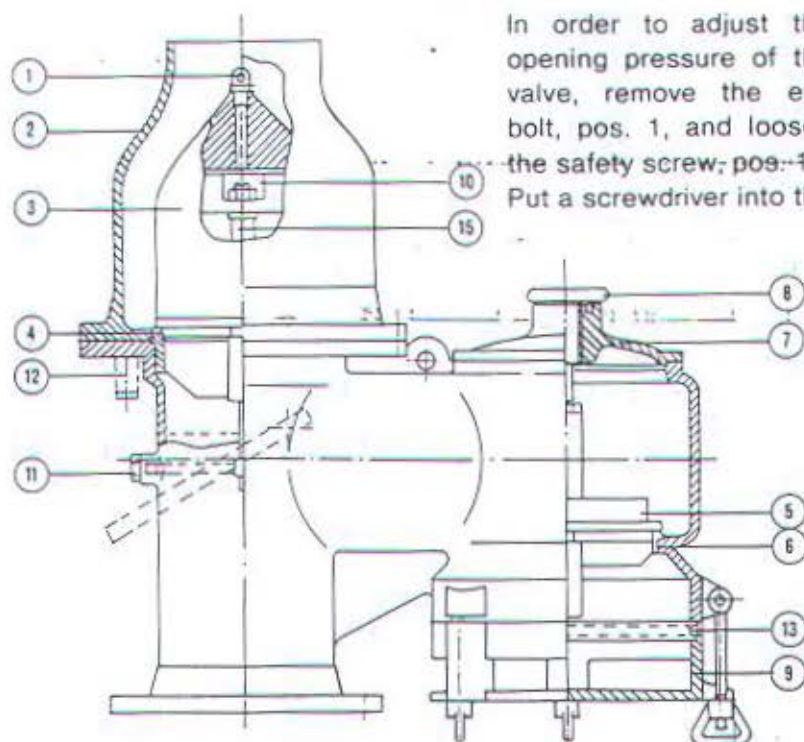
Directions for adjustment



Bolaco Automatic valves.



Adjustment of opening pressure...



In order to adjust the opening pressure of the valve, remove the eye bolt, pos. 1, and loosen the safety screw, pos. 11. Put a screwdriver into the

slot of the valve spindle, pos. 10, and turn the spindle, pos. 15, anticlockwise until connection between magnet and disc, pos. 3, is obtained. Then turn spindle approx. 1/2 to 1 turn clockwise. The opening pressure of the valve can now be tested by means of a spring balance or a dynamometer – f.inst. a 150 mm valve with an opening pressure of 1400 mm W. C. should show an opening power of 29,2 kg – see table 41470. After adjusting the opening pressure, tighten the safety screw, pos. 11, and screw in the eye bolt, pos. 1, in the pressure disc.

Table showing the adjustment of BOLACO AUTOMATIC Dynamometer or spring balance power stated in kg.

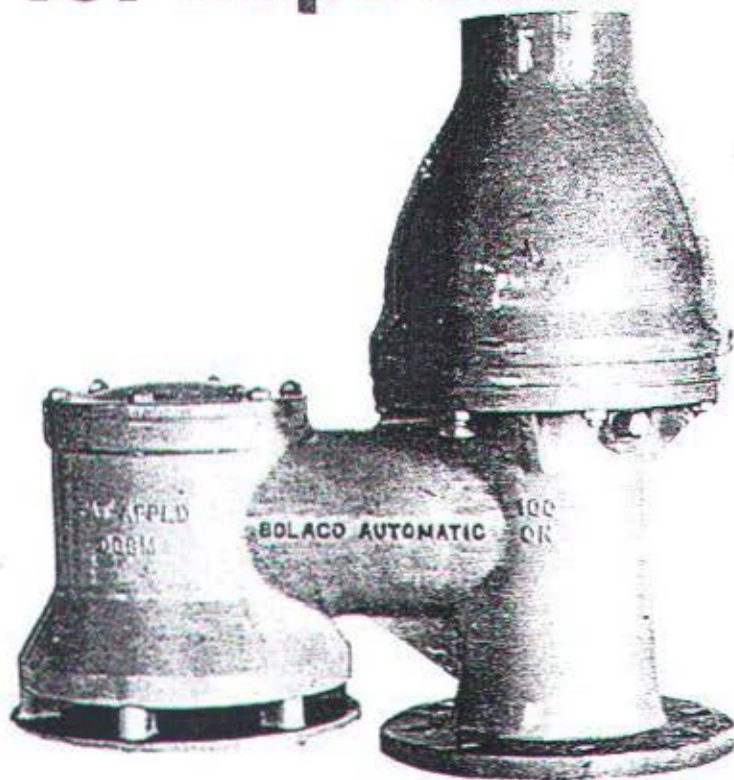
Tank pressure (opening pressure)		Nominal valve diameter						
mm W. C.	Kg/cm ²	65	80	100	150	200	250	300
1000	0.10	5.8	8.5	10.0	20.8	34.6	53.1	75.5
1100	0.11	6.4	9.3	11.0	23.0	38.1	58.4	83.0
1200	0.12	7.0	10.2	12.0	25.1	41.6	63.7	90.6
1300	0.13	7.5	11.0	13.0	27.1	45.0	69.0	98.2
1400	0.14	8.1	11.9	14.0	29.2	48.5	74.3	105.7
1500	0.15	8.7	12.7	15.0	31.3	52.0	79.7	113.2
1600	0.16	9.3	13.6	16.0	33.4	55.4	85.0	120.8
1700	0.17	9.9	14.4	17.1	35.5	58.9	90.3	128.3
1800	0.18	10.5	15.3	18.1	37.6	62.4	95.6	135.9
1900	0.19	11.0	16.1	19.1	39.7	65.8	100.9	143.4
2000	0.20	11.6	17.0	20.1	41.7	69.3	106.2	151.0
2100	0.21	12.2	17.8	21.1	43.8	72.7	111.5	150.6

TABLE 41470



BOLACO VALVES ApS

Directions for inspection



Bolaco Automatic valves.



Maintenance of Bolaco Automatic high velocity venting valve.

In order to keep the valve working satisfactorily under all working conditions, the valve has to be inspected at regular intervals, first on each voyage, or at least every month, all depending on type of load (cruide oil, petrol etc.) and duration of voyage.

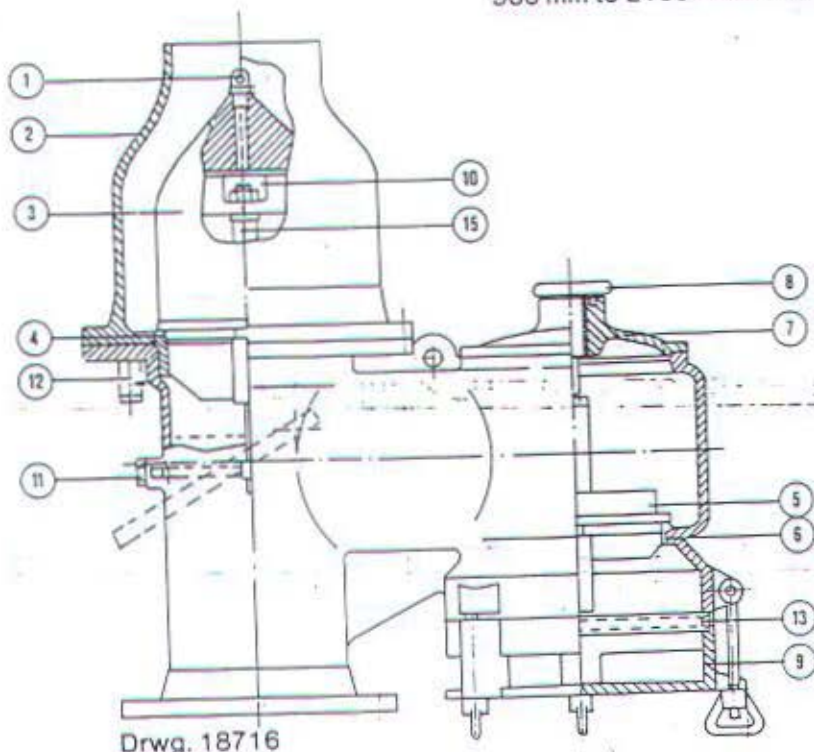
If neglecting the regular inspections, a gradual soiling will take place, reducing the capacity of valve and flame arrester and at the same time reducing the security of ship and crew.

The following procedure of inspection of valve, drawing 18716, is recommended:

- Remove top covers, pos 2 and 7.
- Lift and clean pressure disc, pos. 3, and vacuum disc, pos. 5.

- Clean pressure and vacuum seat rings, pos. 4 and 6.
- Inspect function of pressure disc by lifting the disc repeatedly by means of the eye bolt, pos. 1.
- Inspect functions of lifting gear, pos. 8, and water trap, pos. 12.
- Swing out screen, pos. 9.
- Remove flame arrester for vacuum valve, pos. 13; and wash in carbon tetrachloride or petrol, possibly clean by compressed air or steam.
- Reassemble valve.

Do not loosen the locking screw, pos. 11, unless the valve has to be demounted completely, or if the opening pressure is to be reset - which is possible in the range from 900 mm to 2100 mm W. C.



BOLACO VALVES ApS

Telex 5 94 36 Bolaco DK . Telefon 66 11 81 88 . Telefax 66 11 86 29

d	65	80	100	125	150	200	250
D	185	200	220	250	285	340	395
~H	520	560	570	660	690	810	910
L	280	320	330	380	400	550	600

Flanges acc. to. NP 10 - DIN 2501
Or as requested.

Opening pressures:
Pressure valve: Adjustable to 3 PSI-2100 mm W.C.
Vacuum valve: 0,5 PSI = 350 mm W.C.
Or as requested.

N.B. = Naval Brass

S.S. = Stainless steel - AISI 316

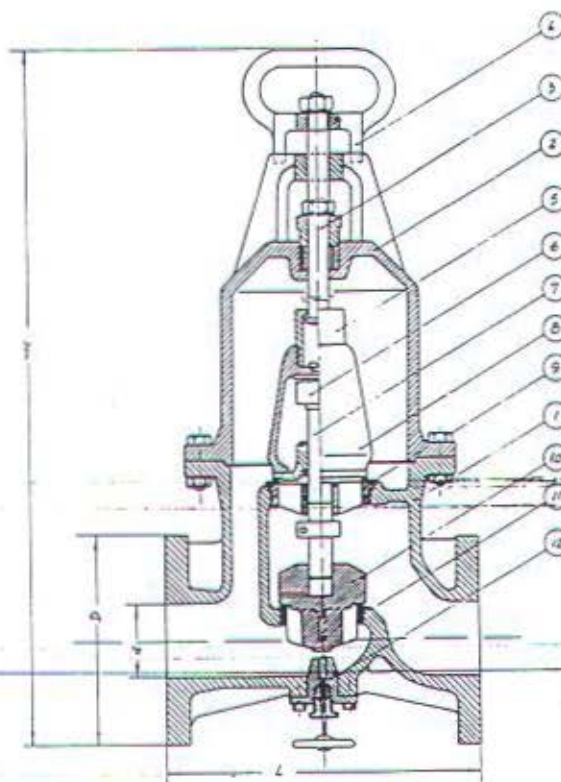
C.I. = Cast iron

Br. = Bronze

When classified by «Det Norske Veritas»,
delivered with check lift for vacuum disc

12	Lifting device	Br.	Br.	S.S.	S.S.
11	Seat for vacuum disc	Br.	Br.	S.S.	S.S.
10	Vacuum disc	Br.	Br.	S.S.	S.S.
9	Seat for pressure disc	Br.	Br.	S.S.	S.S.
8	Pressure disc	Br.	Br.	S.S.	S.S.
7	Spindle	N.B.	N.B.	S.S.	S.S.
6	Magnet	x 8 Cr 17	x 8 Cr 17	x 8 Cr 17	x 8 Cr 17
5	Nut	Br.	N.B.	S.S.	S.S.
4	Handle	Br.	C.I.	C.I.	S.S.
3	Lifting spindle	N.B.	N.B.	S.S.	S.S.
2	Cover	Br.	C.I.	C.I.	S.S.
1	Valve body	Br.	C.I.	C.I.	S.S.
Pos.	Description	Mat. I	Mat. II	Mat. III	Mat. IV
	Type	BV 7820.000	7820.100	7820.120	7820.520

The magnet system has the effect of reducing the pressure loss through the valve considerably and consequently, the bigger difference between tank test pressure and pressure loss in venting system results in higher safety.



According to law, this drawing must
not be copied or submitted to
competitors without our consent.



BOLACO VALVES APS
AABOULEVARDEN 70
DK-8700 HORSSENS
DENMARK

**PRESSURE AND VACUUM RELIEF VALVE
TYPE K WITH MAGNET SYSTEM - BV 7820
BOLACO SYSTEM**

70895

Dim. *	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	12"
d	50	65	80	100	125	150	175	200	225	250	300
D	165	185	200	220	250	285	315	340	370	395	445
BC	125	145	160	180	210	240	270	295	325	350	400
e	4	4	8	8	8	8	8	8	8	12	12
K	18	18	18	18	18	23	23	23	23	23	23
F	20	20	22	22	24	24	26	26	28	28	28
L	205	230	260	290	340	390	440	480	520	550	660
H	260	290	335	400	440	500	560	650	710	770	930
H1	275	305	355	430	475	540	605	700	770	835	1000
h	102	105	110	130	146	160	175	190	195	210	255

Flanges acc. to. NP 10 - DIN 2501
Or as requested.

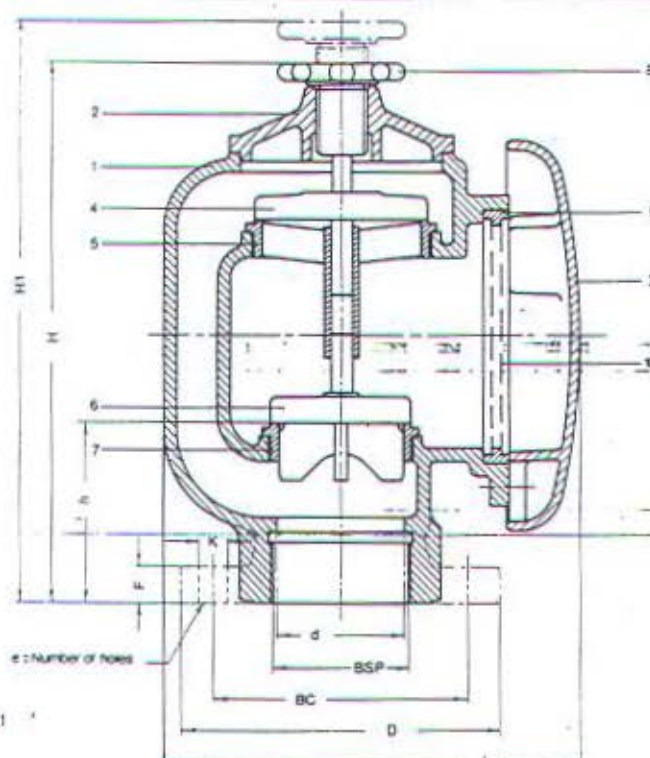
*Dim.: Internal Taper Rc (BS 21)

Opening pressures:
Pressure disc: 200 mm W.C.
Vacuum disc: 100 mm W.C.
Or as requested.

S.S. = Stainless steel - AISI 316
C.I. = Cast iron
Br. = Bronze
N.B. = Monel

When classified by «Det Norske Veritas»,
delivered with check lift
for pressure disc.

10	Wire gauze	Mo.	Mo.	S.S.	S.S.
9	Wire gauze holder	Br.	Br.	S.S.	S.S.
8	Lifting screw	Br.	Br.	S.S.	S.S.
7	Seat ring for pressure disc	Br.	Br.	S.S.	S.S.
6	Pressure disc	Br.	Br.	S.S.	S.S.
5	Seat ring for vacuum disc	Br.	Br.	S.S.	S.S.
4	Vacuum disc	Br.	Br.	S.S.	S.S.
3	Screen	Br.	C.I.	C.I.	S.S.
2	Cover	Br.	C.I.	C.I.	S.S.
1	Valve body	Br.	C.I.	C.I.	S.S.
Pos.	Description	Mat. I	Mat. II	Mat. III	Mat. IV
	Type screwed end	BV 7468.000	7468.100	7468.120	7468.520
	Type with flange	BV 7469.000	7469.100	7469.120	7469.520



According to law, this drawing must
not be copied or submitted to
competitors without our consent.

d	65	80	100	125	150	200	250	300
D	185	200	220	250	285	340	395	445
BC	145	160	180	210	240	295	350	400
e	4	8	8	8	8	8	12	12
K	18	18	18	18	23	23	23	23
F	20	22	22	24	24	26	28	28
H	450	490	530	575	630	700	780	900
L	280	320	355	380	420	550	600	690

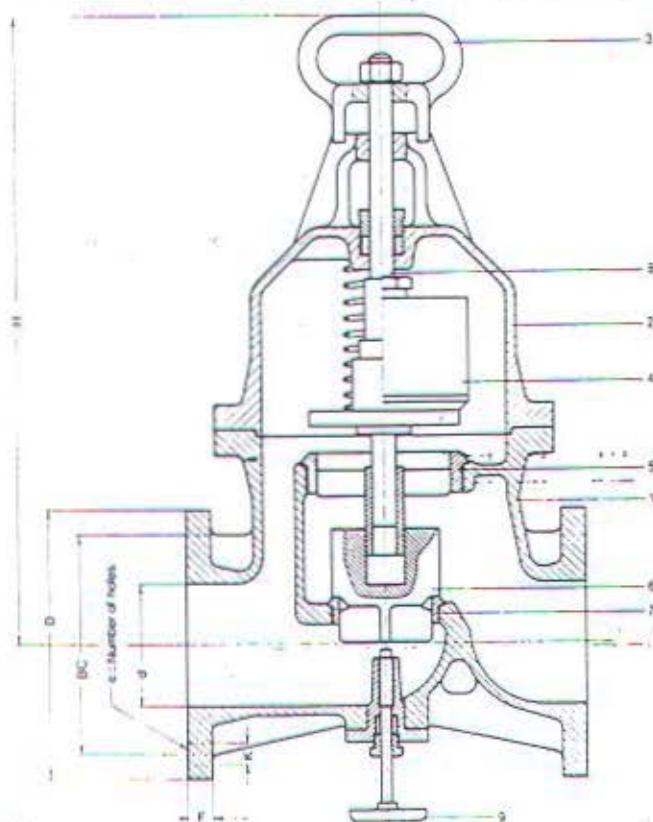
Flanges acc. to. NP 10 - DIN 2501
Or as requested.

Opening pressures:
Pressure disc: 1400 mm W.C. = 2 lbs./sq. inch.
Vacuum disc: 350 mm W.C. = 0.5 lb./sq. inch.
Or as requested.

N.I. = Nodular iron
S.S. = Stainless steel - AISI 316
C.I. = Cast iron
Br. = Bronze
N.B. = Naval Brass

When classified by «Det Norske Veritas»,
delivered with check lift
for vacuum disc.

9	Lifting gear	N.B.	N.B.	S.S.	S.S.	S.S.
8	Spindle	N.B.	N.B.	S.S.	S.S.	S.S.
7	Seat ring for vacuum disc	Br.	Br.	S.S.	S.S.	S.S.
6	Vacuum disc	Br.	Br.	S.S.	S.S.	S.S.
5	Seat ring for pressure disc	Br.	Br.	S.S.	S.S.	S.S.
4	Pressure disc	Br.	Br.	S.S.	S.S.	S.S.
3	Handle	Br.	C.I.	C.I.	S.S.	N.I.
2	Cover	Br.	C.I.	C.I.	S.S.	N.I.
1	Valve body	Br.	C.I.	C.I.	S.S.	N.I.
Pos.	Description	Mat. I	Mat. II	Mat. III	Mat. IV	Mat. V
	Type weight loaded	BV 7801.000	7801.100	7801.120	7801.520	7801.420
	Type spring loaded	BV 7802.000	7802.100	7802.120	7802.520	7802.420
	Type weight loaded with pos. No. 9	BV 7812.000	7812.100	7812.120	7812.520	7812.420
	Type spring loaded with pos. No. 9	BV 7811.000	7811.100	7811.120	7811.520	7811.420



According to law, this drawing must
not be copied or submitted to
competitors without our consent.



BOLACO VALVES APS
ØSTRE STATIONSVEJ 42, 1
P.O. BOX 247
DK-5100 ODENSE C - DENMARK

PRESSURE AND VACUUM RELIEF VALVE
TYPE K-BV 7801-7812
BOLACO SYSTEM

17977

d	65	80	100	150	200	250	300
D	185	200	220	285	340	395	445
BC	145	160	180	240	295	350	400
e	8	8	8	8	8	12	12
K	18	18	18	23	23	23	23
F	20	22	22	24	26	28	28
H	330	380	480	547	670	815	925

Flanges acc. to. NP 10 - DIN 2501
Or as requested.

Standard opening pressures:
Adjustable between 900 mm
and 2100 mm W.C.

When classified by «Det Norske Veritas»,
delivered with check lift pos. No. 8
for pressure disc.

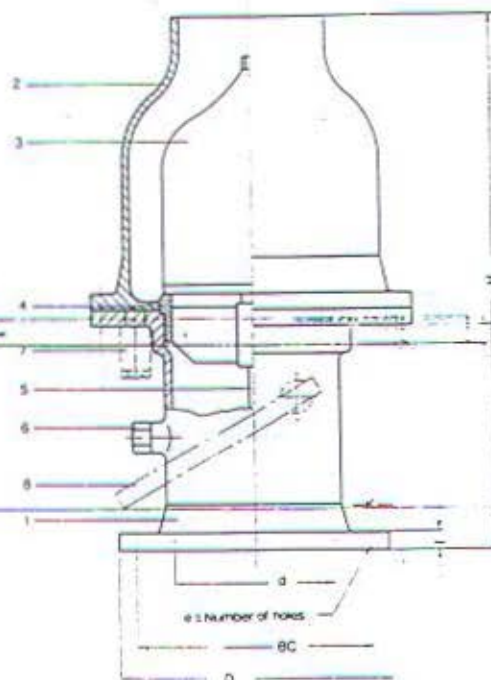
S.S. = Stainless steel - AISI 316

C.I. = Cast iron

N.I. = Nodular iron

Br. = Bronze

8	Check lift	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.
7	Water trap	S.S.	S.S.	S.S.	Br.	Br.
6	Adjusting screw	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.
5	Spindle	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.
4	Seat ring for pressure disc	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.
3	Pressure disc	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S. - Br.
2	Bonnet	C.I.	S.S.	S.S.	Br.	C.I.
1	Valve body	C.I.	N.I.	S.S.	Br.	C.I.
Pos.	Description	Mat. I	Mat. II	Mat. III	Mat. IV	Mat. V
	Type	BV 7990.120	7990.420	7990.520	7990.020	7990.150



According to law, this drawing must
not be copied or submitted to
competitors without our consent.



BOLACO VALVES APS
ØSTRE STATIONSVÆJ 42, 1
PO BOX 247
DK-5100 ODENSE C - DENMARK

**BOLACO AUTOMATIC
PRESSURE VALVE
BV 7990**

18818

d1/d	100/150	100/200	150/200	150/250	150/300	150/350	200/250	200/300	250/350
D	285	340	340	395	445	505	395	445	505
BC	240	295	295	350	400	460	350	400	460
e	8	8	8	12	12	12	12	12	12
K	23	23	23	23	23	23	23	23	23
F	24	26	26	28	28	28	28	28	30
A	320	400	400	480	560	600	480	560	600
B	172	205	205	252	285	315	252	285	315
C	328	363	422	447	462	497	547	562	695
E	165	310	310	350	390	480	350	390	480
G	246	292	292	341	402	455	341	402	455
H	493	673	732	797	852	977	897	952	1175

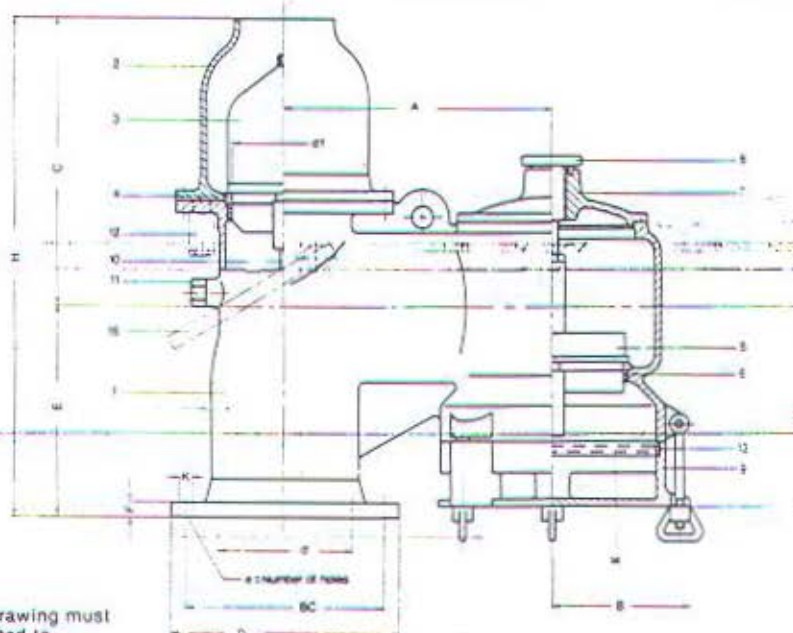
Flanges acc. to ND 10 - DIN 2501
Or as requested.

Standard opening pressures:
Pressure disc: Adjustable between
900 mm and 2100 mm W.C.
Vacuum disc: 350 mm W.C. ± 0,5
lb./sq. inch.
Or as requested

Pos. 15:
Check lift for rules: Det Norske Veritas
Pos. 13 + 14:
Can also be delivered with
flame arrester according to the
rules of G.L. and S.B.G. Type BV 7981

S.S. = Stainless steel, - AISI 316
C.I. = Cast iron
N.I. = Nodular iron
Br. = Bronze

15	Check lift for pressure disc	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.
14	Wire gauze	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.
13	Wire gauze holder	S.S.	S.S.	S.S.	Br.	Br.
12	Water trap	S.S.	S.S.	S.S.	Br.	Br.
11	Adjusting screw	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.
10	Spindle	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.
9	Vacuum guard	C.I.	N.I.	S.S.	Br.	C.I.
8	Lifting gear for vacuum disc	S.S.	S.S.	S.S.	Br.	Br.
7	Cover	C.I.	N.I.	S.S.	Br.	C.I.
6	Seat ring for vacuum disc	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	Br.
5	Vacuum disc	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	Br.
4	Seat ring for pressure disc	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.
3	Pressure disc	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S. - Br.
2	Bonnet	C.I.	S.S.	S.S.	Br.	C.I.
1	Valve body	C.I.	N.I.	S.S.	Br.	C.I.
Pos.	Description	Mat. I	Mat. II	Mat. III	Mat. IV	Mat. V
	Type	BV 7980.120	7980.420	7980.520	7980.020	7980.150



According to law, this drawing must
not be copied or submitted to
competitors without our consent.



BOLACO VALVES APS
ØSTRE STATIONSVEJ 42, 1.
DK-5000 ODENSE C.
DENMARK

BOLACO AUTOMATIC
BV 7980-7981

18817

d	100	150	200	250	300
D	220	285	340	395	445
BC	180	240	295	350	400
e	8	8	8	12	12
K	18	23	23	23	23
F	22	24	26	28	28
A	180	240	280	340	380
B	120	172	205	252	285
C	110	170	205	235	260
E	120	180	225	265	300
H	230	350	430	500	560

Flanges acc. to: NP 10 - DIN 2501
Or as requested.

Standard opening pressure:

Vacuum disc: 350 mm W.C. = 0,5 lb./sq. inch.

Or as requested.

Pos. 7 + 8:

Can also be delivered with flame
arrestor according to the rules of G.L.
and S.B.G. Type BV 7961.

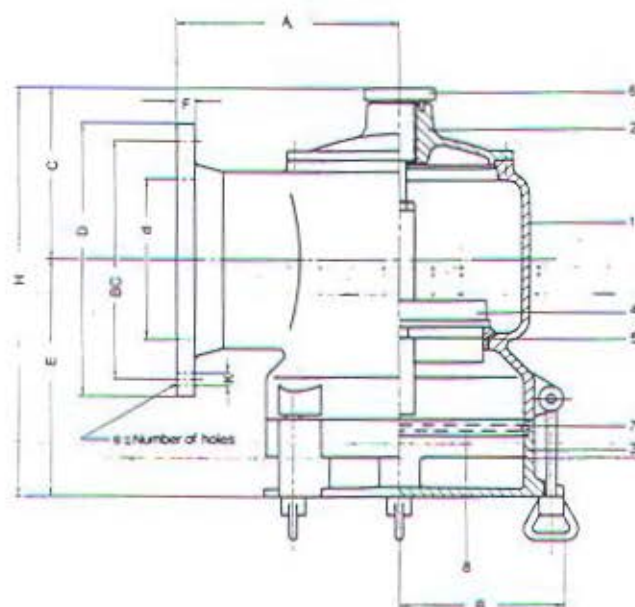
S.S. = Stainless steel - AISI 316

C.I. = Cast iron

N.I. = Nodular iron

Br. = Bronze

8	Wire gauze	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.
7	Wire gauze holder	S.S.	S.S.	S.S.	Br.	Br.
6	Lifting gear	S.S.	S.S.	S.S.	Br.	Br.
5	Seat ring for vacuum disc	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	Br.
4	Vacuum disc	S.S.	S.S.	S.S.	S.S.	Br.
3	Vacuum guard	C.I.	N.I.	S.S.	Br.	C.I.
2	Cover	C.I.	N.I.	S.S.	Br.	C.I.
1	Valve body	C.I.	N.I.	S.S.	Br.	C.I.
Pos.	Description	Mat. I	Mat. II	Mat. III	Mat. IV	Mat. V
	Type	BV 7960.120	7960.420	7960.520	7960.020	7960.150



According to law, this drawing must
not be copied or submitted to
competitors without our consent.



BOLACO VALVES APS
ØSTRE STATIONVEJ 42, 1
PO. BOX 247
DK-5100 ODENSE C - DENMARK

BOLACO VACUUM VALVE
BV 7960-7961

18816

d	50	65	80	100	125	150	175	200	250
D	140	160	190	210	240	265	295	320	375
BC	125	145	160	180	210	240	270	295	350
e	4	4	8	8	8	8	8	6	12
K	18	18	18	18	18	23	23	23	23
F	20	20	22	22	24	24	26	26	28
L	200	230	245	275	340	355	435	480	580
H	275	290	285	300	350	410	470	530	650
H1	295	315	315	335	390	460	530	600	730

Flanges acc. to. NP 10 - DIN 2501

Or as requested.

Opening pressures:

Pressure disc: 1400 mm W.G. = 2 lbs./sq. inch.

Vacuum disc: 350 mm W.C. = 0,5 lb./sq. inch.

Or as requested.

S.S. = Stainless steel - AISI 316

C.I. = Cast iron

Br. = Bronze

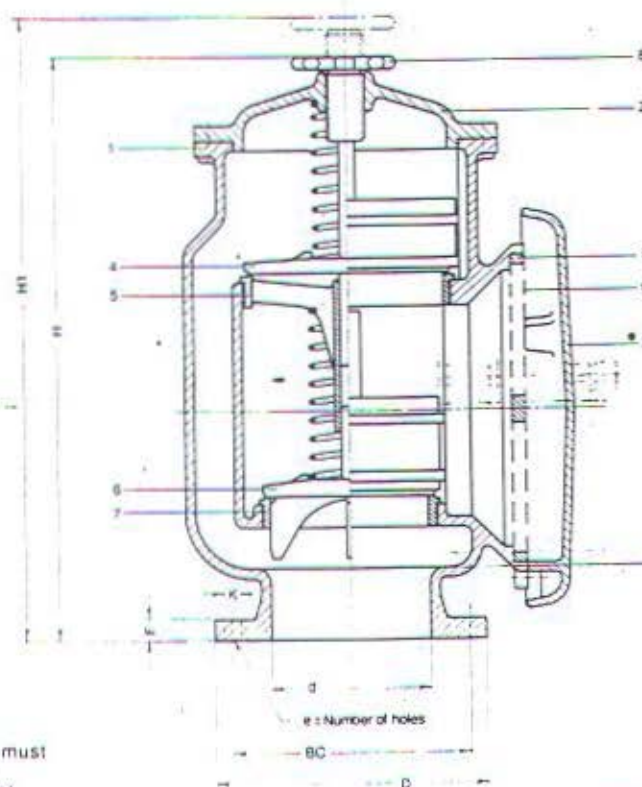
Mo. = Monel

When classified by «Det Norske Veritas».

delivered with check lift

for pressure disc.

10	Wire gauze	Mo.	Mo.	S.S.	S.S.
9	Wire gauze holder	Br.	Br.	S.S.	S.S.
8	Lifting screw	Br.	Br.	S.S.	S.S.
7	Seat ring for pressure disc	Br.	Br.	S.S.	S.S.
6	Pressure disc	Br.	Br.	S.S.	S.S.
5	Seat ring for vacuum disc	Br.	Br.	S.S.	S.S.
4	Vacuum disc	Br.	Br.	S.S.	S.S.
3	Screen	Br.	C.I.	C.I.	S.S.
2	Cover	Br.	C.I.	C.I.	S.S.
1	Valve body	Br.	C.I.	C.I.	S.S.
Pos.	Description	Mat. I	Mat. II	Mat. III	Mat. IV
	Type spring loaded	BV 7460.000	7460.100	7460.120	7460.520
	Type weight loaded	BV 7461.000	7461.100	7461.120	7461.520
	Type spring loaded w. lift. scw. pos. No. 8	BV 7462.000	7462.100	7462.120	7462.520
	Type weight loaded w. lift. scw. pos. No. 8	BV 7463.000	7463.100	7463.120	7463.520



According to law, this drawing must not be copied or submitted to competitors without our consent.



BOLACO VALVES APS

ØSTRE STATIONSVEJ 42, 1

PO BOX 247

DK-5100 ODENSE C - DENMARK

PRESSURE AND VACUUM RELIEF VALVE
TYPE DX-BV 7460-7463
BOLACO SYSTEM

17984